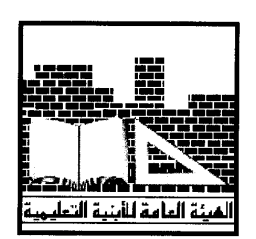
الهيئة العامة للابنية التعليمية

E - mail : GAEB @ starnet. com. eg



الشبـكات الـكهربيـة

تاليف

دكتور/ **محمد محمد حامد**

إستشارى الهيئة العامة للأبنية التعليمية

استاذ هندسة القوى الكهربية بجامعة قناة السويس

عضو اكاديمية العلوم بنيويورك

عضو الجمعية الامريكية للتقدم العلمى بواشنطن

مقيد بالموسوعة الدولية **Who's Who**

مدرج بقاموس الشخصيات العالمية (٢٦) ١٩٩٨ ـ (٢٧) ١٩٩٩

مدون بمجلد شخصيات القرن العشرين ـ انجلترا

١٩٩٨

طبع بمطبعة الهيئة العامه للأبنية التعليمية

المحتويات

مقدمه

اخـذت الهيئه العـامه لـلابنيه التعليميـه على عـاتقهـا بناء شبكه متكامله من المجمعـات التعليميه والمدارس كى تنتشر وتغطى كـافه ارجاء البلاد وفى كل المحـافظات حيث ظهرت الحاجه الملحـه لهذا الصرح التعليمى الذى بدأ برعايه السيـده الفاضله / سـوزان مبارك قرينه السيد رئيـس الجمهوريه لبناء ١٠٠ مدرسة فور زلزال اكتـوبر ١٩٩٢ لما ظهر من فقر فى البنيه الاساسيه التعليميـه وقد كان لنجاح هذا المشروع اثره الطيب والوقع الجميل فى نفـوس الجميع مما زاد من رقعـه التبرع بـالاراضى لبناء المدارس المتتـاليـه وقـد ابلى الشعب بلاءا حسنا فى هذا الميدان .

ثم اخذت الدوله مشروع انشـاء شبكه كامله من المجمعات التعليميـه المتكامله او الجزئيه منها تبعا لتـوافر الاراضى المتاحه لبناء المدارس والتى تزايدت لما ظهـر من لمسه وفاء من ابناء الوطن الام باسلوب منظـم وبتخطيط مسبق واعلنه السيـد / محمـد حسنى مبـارك رئيس الجمهـوريه قضيه قوميـه وقد قـامت الهيئه ببناء المدارس المتتاليـه والمنتشره من الحدود والى اقصاها وقضت على السلبيات التى مضت والبنـاء فى شكله العام عمل قومى وبمنظره التخصصى فـانه هندسى من الدرجـه الاولى وقامت التخصصـات الاساسيـه وهى فن العماره والهندسه المدنيه بدورها الفعال والبناء .

والجندى المجهول فى هذه المنظومه القوميه يكون مهندس الكهرباء لانه ليس العماد الاول لهذا البناء ولكنه فى حقيقه الامر لايقل فى دوره عن غيره من زملائه فى بـاقى التخصصات وقد وضعت التصميمات الكهربيه لكافه المدارس بكل انماطها فى وقت قياسى لتغطيه آثار الزلزال المدمر فى مصر ولما كان مهندس الكهرباء يحتاج الى المزيد من العلم لرقى المستوى فقـد وضع هذا الكتيب ليكون مـرجعـا لمهنـدس البناء الكهـربى داخل الابنيـه التعليميـه والكتـاب يستفيـد منه ايضا المهنـدسين فى المقاولات والتركيبـات سـواء فى المنشآت أو فى المصـانع او حتى فى المحطات كما يصلح للطلاب فى الجامعـات بكليات الهندسـه والتعليم الهندسى ولدبلوم المدارس الفنيه .

يقـدم الكتـاب مـوضـوعـات متكامله للمهندس المتخصـص فى نفس خط الحديث ليغطى الجوانب التى تهم من لهم صله بهذا الموضـوع وقد اهتم بالتصميمات الكهـربيه وكيفيـه التصميم وتطرق الى مـوضوع هام وهو اداره الطاقـه المفقوده وكيفيـه ادارتها وارجوا ان يكون ما كتب هنا مفيدا للجميع كقول الله سبحانه وتعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وما توفيقى إلا بالله عليه توكلت واليه انيب﴾

صدق الله العظيم

الفصل الاول
الاحمــــال الكهـربيــه
ELECTRIC LOADS

تلعب الطاقه الكهـربيه الدور الاساســى فى تقدم وتطور الامم ورفاهيــه المجتمع والافراد حيث يعتمد الانسان فى العصر الحديث على استخدام الطاقــه الكهربيه لكافه الاهداف بكل الطرق الممكنه واصبح تحويل الطاقــه الكهربيه الى متعــه او الى ثقافه او ترفيــه او دراسه وتدريب هــو النمط الواضح الــذى ينعكس من كل الابتكارات والانتصــــارات العلميــه الحديثه فى القــرن الحالى مما جعل مكانه الطاقه الكهـربيه تفوق غيرهــا من الطاقات وغير الطاقات ايضا .

الطاقه الكهربيه كنوع من الطاقات النظيفه التى تهم العالم فى العصر الحديث تأخذ المكانه الاولى للدراســه والبحث من اجل تطويرها وتحسين مستوى الاداء ولذلك نرى ان العــالم المتقدم يستهلـك الطاقه الكهـربيه بمعدلات عــالية تفـوق بمراحل تلك المعـدلات فى الدول الناميه او حتى سريعــه التطور كما انه تقاس حضــاره الامم الان بمعدل استهــلاك الفرد للطاقــه فى المجتمع كمـؤشر اســاسى لمستـوى رفــاهيــه المجتمع مما يدعـوا الى الاهتمام بمستقبل الطاقه عموما فى وطننا العربى بصفه عامه وبالطاقه الكهربيه بشكل خاص .

بالرغم من ان الدول الاوروبيــه تقف عند مستوى رفيع من معـدلات الاستهلاك العــالمى للطاقه الكهـربيه الا اننا نجد هذه الدول تعيش القلق من اجل المستقبل ورفاهيــه الاجيال المستقبليــه فى بلادهم محاولين بالبـذل والعطاء كل مــا يمكنهم من اجل خـدمــه بلادهم بالتطويــر المستمــر وجـــدير بنــا كعــرب فى الوطــن العــربــى ان نحــذو مثلهــم من اجل المستقبليات العــربيه فى القرن المقبل حتى نتقـدم بصوره سريعــه كى تتواكب مع الدول المتقدمــه والنمور الأسيويه ، أن طبيعــه الموقع الجغرافى للبلدان العــربيه يشجع المواطن العربى على الاتجاه الى الاستمرار فى استغلال الطاقه العــربيه لتعود بالفائده المباشره على الوطن العربى كى يستطيع ان يتواكب مع تقدم العــالم سريع التقدم وخصوصا مع قدوم القـــــــرن الحادى والعشرين بكل ما فيه من مفاجات علميه متقدمه تحتاج الى الصحوه العربيه المبكره .

على هذا نجـد انه لزاما على الدول العــربيــه ان تنتهج نفس المنوال حيث نرى الان ان دول الخليج تدرس الاسس الهندسيــه المناسبــه للربط الكهـربى فيما بينهم كما نرى فى نفس الوقت ان جمهوريه مصر العــربيه تسير بخطى واسعه على الطريق نحــو الربط الكهربى مع جيرانها العربيــات الشقيقات ونجد الاتفــاق الفعلى مع الاردن وليبيا قـد قطع مشوارا طويلا فى هذا المضمار بجــانب الدراســه الجاده مع ليبيــا فى الغــرب منهــا لإنشــاء شبكه كهربيــه عربيه موحـده بعد ان كانت حلما بعيدا لايمكن تصــوره الا فى الخيال الا اننا نراه الان فى الحقيقه له وجود وفعاليه وضروره هامه لكل الاشقاء .

الشبكه الخليجيه لابد وان تسارع الى الوجود كما سيحدث للشبكه الاردنيه المصريه الليبيه والتى يجب ربطها مع المغرب العربى غربا ومع سوريه شمالا والخليج شرقا ومع الدول الافريقيه جنوبا .

الشبكه الخليجيه ما هى الا خطوه فى الاتجاه الى الشبكه العربيه الموحده حتى يتم ربطها مستقبلا مع تركيا والشبكه الاوروبيه الموحده ثم يتم الربط مع الشبكه الاوروبيه الموحده من الغرب عن طريق المغرب واسبانيا .

ان الربط الكهربى المتعاون بين الاشقاء العرب وجيرانهم فى اوروبا وافريقيا سوف يساعد بالضروره الى انشاء صناعات جديده متطوره بنفس الكميات الموجوده من الطاقه دون الحاجه الى زيادتها بالاضافه الى الخير الذى سيعم المنطقه من خلال ترشيد استغلال الطاقه الكهربيه ككل وهذا بدوره يحظى بالاهتمام كى يتمكن العرب من اكبر توفير لمصادر الطاقه الرئيسيه .

١-١ : الربط الكهربى ELECTRIC CONNECTION

علينا الان ان نسارع فى القيام بالدراسات الهندسيه والفنيه والاقتصاديه لتحديد المزايا على المدى الطويل والناتجه عن التعاون العربى ومدى تاثير ذلك على المخزون من الطاقه فى باطن الارض العربيه بالاضافه الى تقليل الكميات المستهلكه من الطاقات الكهربيه التى يحتاجها الانسان العربى لممارسه الحياه اليوميه باسلوب حضارى يليق بالحضاره العربيه وما سوف يصاحب التوفير ذاته من التوفير الاقتصادى الذى سيدعم الاقتصاد العربى فى كل البلدان العربيه الفقيره منها قبل الغنيه .

ان الربط الكهربى الموحد بين الاشقاء العرب يساهم بشكل فعال فى التعايش السلمى والحب والوفاء والعيش الرغد بين الاشقاء لما سوف يعود بالطمانينه فى نفوسهم نحو استمراريه التغذيه الكهربيه فى كل الازمنه مما يرفع مستوى الاداء للشبكه الكهربيه الموحده عن المستوى السابق لكل شبكه على حده مبينا الميزه الامنيه الكبرى نحو الحصول على الطاقه الكهربيه فى جميع الاوقات .

المزايا الفنيه للتعاون العربى فى صوره شبكه كهربيه موحده متعدده الاطراف انتاجيا واستهلاكيا تتزايد نتيجه الفائده المباشره على البلدان العربيه جميعا بلا استثناء سواء كانت دوله مستهلكه للطاقه او مولده ومستهلكه لها حيث يكون التكامل بين الاشقاء فى افضل صوره واحسن حالاته كما ان الخير سيعم على الجميع ويمكن حصر اهمها فى النقاط التاليه :

١- تحويل الطاقه المنتجه فى اى دوله من الدول العربيه الى الاخرى عندالضروره بحيث يمكن تغطيه الاحتياجات الطارئه للطاقه نتيجه ايه اعطال قد تنشأ اثناء التشغيل العادى للشبكه الموحده ،خصوصا اذا كانت المحطات الموجوده داخل ذات

الدوله لاتستطيع تغطيه هذه الحاجه .

٢ـ الاستفـاده من الطاقه الزائـده فى اى دوله اذا وجـد لديها فائض فى الطاقـه الى ايه دوله او العديد من الدول العربيه الاخرى التى تحتاج اليها بصفه دائمه دون الحاجه الى إنشاء محطات توليد كهربيه جديده .

٣ـ تحسين مستوى استغـلال الاستفاده من مجمـوع الطاقه المولده فى الشبكه الكهـربيه العربيـه الموحده مما سـوف يرفع المعـاملات الفنيـه القياسيه لشكـل الاستغلال الامثل لامكانيات الطاقه الكليه فى الشبكه الموحده مقارنه مع كل على حده .

٤ـ انتقال الطاقه من البلد الى الاخر فى اوقات الذروه فى الاخير لتغطيه الاحمال الزائده فيها معتمدا فى ذلك على القيمه الكليه للطاقه فى الشبكه الموحده معتمدا على مبدأ التوقيت الزمنى المتتالى فى الدول المتجاوره مما يسمح باستغلال الطاقه غير المرغوب فيها فى دوله ما نتيجه انخفاض الاحمال لانتهاء اوقات التحميل المعتاده فى الدوله الاخرى التى مـازال التوقيت الزمنى يضعهـا فى اوقـات العمل ويعتبر هذا الوضـع من اهم المميزات لنظام توحيد الربط الكهربى عربيا على الاطلاق لاتساع الفارق الزمنى بين حدود وطننا شرقا وغربا

٥ـ امكانيه تقليل عدد المولدات الاحتياطيه بـالشبكه العربيه الموحده عن مجموع المولدات الاحتياطيـه فى الشبكات القوميه المستقله مـؤديا الى توفير رأس المال لاستغلاله فى التـوسعات المطلوبه مستقبـلا او فى المشروعـات الاستثماريه الاخرى مما سـوف يعود على المنطقه العربيه بالخير .

٦ـ رفع مستوى العاملين فى حقل الشبكه الكهربيه الموحـده تلقائيا نتيجه التبادل المستمر فى الخبرات الفنيه اثناء التشغيل اليومى لها مكسبا اياهم خبرات جديده تضاف الى القيمه الفعليه للشبكه الموحده .

٧ـ توفير الطاقه المقـابله للطاقه غير المستغله فى كل شبكه قـوميه مستقله مما يعـود وفرا جديدا للوقود المستخدم فى محطات التوليد الكهربيه وبذلك تكون الشبكه الكهربيه العـربيه الموحـده قد سـاهمت بصـوره فعاله فى زياده المخـزون السلعى للبترول ومصادر الطاقه المختلفه المستخدمه فعلا فى المحطات الكهربيه كوقود .

٨ـ المساعده على انشاء صناعات جـديده بنفس كميات الطاقه المولده فى الشبكه الكهربيه الموحده نتيجه الوفر فى استخدام الطاقه المتولده مؤديا الى رفع مستوى المعيشه فى المنطقه ككل .

٩ـ اسـتخدام الشبـكه الكهربيه الموحده كوسـيله للاتصـالات بين الدول المشـاركه فيها نتيجـه استخدام اسلوب الكاريابر للتليفـونات وهو ما سـوف يساعـد على الربط والترابط التليفونى عبر هـاتف الكاريابر موفـرا بذلك ايضا اموالا طائلـه قد تضيع

كمصروفات على انشاء خطوط للهاتف بين الدول العربيه .

١٠ـ ان وحده اللغـه وهى اللغه العـربيه سيـزيدها قوه وحـده الشبكه الكهربيـه ووحده الشبكه الهاتفيه عبر الشبكه الموحده .

١١ـ استثمار المال الخامل فى الدول التى تصدر الطاقه الى الدول المحتـاجه لها فى اوقات الذروه او غير الذروه عند الاحتياج لها .

الترابط والتعاون العـربى فى كافه المجالات ضروره وطنيـه تستلزم العمل العربى المشترك من اجل رفاهيـه الوطن العربى وصـولا إلى حياه افضل ونحن على اعتـاب القرن الحادى والعشرون ومـا ينتظرنا فيه من تقـدم علمى رهيب يحتـاج منا البذل والعطاء بلا حـدود حتى تستطيع الدول العربيـه مواكبه الـركب والمسيره مستقبلا فى كافـه المجالات وهاهو المجال الكهـربى كواحـد من الامثله الحيه الواضحـه امام اعيننا كى يتكاتـف كل الاشقاء بعيدا عن المعوقات التى قد تعترض المسيره العربيه الملزمه لكل عربى غيور على بلده وامته العربيه بان تسير الى الامام بخطى سريعه وواسعه من اجل الاجيال العربيه القادمه .

الاختلاف البين بين انواع الاحمال الكهـربيه فى مختلف البلدان العربيـه لتنويع الصناعات بينها فالخليج يتميز بانتـاج البترول ونقله فى بعض الاحيان بينما فى مصر نجد الصناعات الثقيله كالالمونيوم والحديد والصلب اما فى المغـرب نجد الزراعه والصناعات المواكبه وعلى هذا التباين بين تنوع الاحمال من صناعيه الى استخراج معادن وتنقيب الى زراعه يؤكد على اهميه وضروره الربط والتعاون الكهربى فيما بينهم .

اختلاف الطبيعـه المناخيه من مكان لاخر يعتبر مـؤيدا ايضا لاهميه التعـاون العربى بين الاشقـاء العرب فى الربط الكهـربى لانه سيتيح بذلك الاستفـاده من التبـاين بين المناخ فى قطر عن أخر ومـا قد يستجـد من افكار انتاجيـه لهذا التلاحم بين الاشقـاء والتى سوف تعطى الفرصـه لايجاد فرصـا للعمل لشباب العـرب فى كل البلدان العربيـه وما قـد يظهر انواعـا جـديده من التعـاون فى مجالات لم تكن مطـروقـه من قبل حيث ان الممارسـه هى المحرك الرئيسى لكل الافكار العمليه فى القرن القادم .

١ـ٢ : التكامل الاقتصادى ECONOMIC INTEGRATION

ان مشكلة الطاقه فى العالم تستحق الاهتمام والدراسه حتى نحافظ على مالدينا من طاقات مخزونه لسـد الاحتياجـات المستقبليه واطالـه امد استهـلاكها الا اننا نرى ان المخـزون الأستراتيجى يتناقص بصفه مستمره مما يدعوا للقلق وهذا بدوره يدعـونا الى رصد كافه الامكانيـات المتاحه لـدراسه مستقبليات الطاقـه وتزداد الاهميه بـالنسبه للعالم العـربى حيث مصـادر البترول والغـاز الطبيعى منـوها الى ضروره المبـادره نحـو ايجاد الحلول المناسبـه للابقـاء على المخزون الاستراتيجى مستقبـلا دون إقـلال بادنى درجـه ممكنه

متيحا اطاله عمر الطاقه المختزنه فى بلادنا .
بالرغم مـن ان الطرق كثيره ومتعـدده الا اننا نتطرق الى الاسلـوب الاسـهل والابسط وهو ترشيد استهلاك الطاقه على المستوى الدولى وتقليل معدل الاستهلاك بما يعود على البلاد من رخاء وازدهار معطيا مميزات للكهرباء لاسباب هى :

١ـ طاقه نظيفه ورخيصه الثمن .
٢ـ سهله التخزين بلا مخازن كغيرها ويمكن نقلها ببساطه وباقل تكلفه .
٣ـ سهوله تحويلها الى طاقات اخرى مفيده كالمراوح والثلاجات والمكانس .
٤ـ دوامها لوجود الشبكات الكهربيه دون انقطاع .
٥ـ سهوله ربطها بالطاقه الكهربيه المتولده فى مكان أخر .
٦ـ امكانيه التحكم فيها عند الضروره .

لهذه الاسباب تغلغلت الطاقه الكهربيه فى حياه البشر اليوميه مثل انتشار الفيروس المعدى فى الجو مسببا ظهور الاوبئه بسرعه مخيفه لدرجـه اصبح فيها الانسان على وجه البسيطه لايستطيع الاستغناء عنهـا حيث يعيش مستهلكا لكل ما يدار بالكهـرباء فهو يحتـاجها فى الجو البارد للتـدفئه وفى الجو الحار للتبريد وفى الظلام للاناره وكذلك مـن اجل الحصول على وجبات غذائيه فاخره كما يستخدمها فى النقل والانتقال ووسائل الاتصالات بالاضافه الى علاج الكثير من الامراض .

بدات الطاقه الكهربيه كوسيله للاستخدام بصفه مباشره حيث يتم توليدها بقدر الاحتياج اليها ثم سرعان ما ظهرت اهميتها وسهـولتها فى الاستعمال مما ساعد على سرعه انتشارها فتطورت فكره الاستخدام المبـاشر لها الى المشاركـه فى الاستفاده منها وصـولا الى التغذيه المحليه للطاقه وهكذا اتسعت رقعه التغذيه الكهربيه لتشمل الجيران فى المناطق القريبه ثم الى الابعـد وبالرغم من المشاكل التى تـواجدت الا انه سرعـان ما ظهـرت مميزات عـديده لاستخـدام الكهـربيه مشجعـه لتكوين الشبكات الكهـربيـه البسيطه المتشـابكه لضمان استمراريه تغذيه الطاقه الكهربيه .

تتسم الاحمال الكهـربيه بالتغير الدائم والمتتـابع فى قيمتهـا ويأتى هذا نتيجه للعـديد من الاسباب نذكر منها :

١ـ تباين المستخدمين للطاقه كمستهلكين مـن افراد او تشكيلات اجتماعيه اسريه الى نمط التجمعات الاقتصاديه بكافه انواعها واشكالها .
٢ـ تغير توقيت استهلاك الطاقه لنفس الغرض من المستخدم الواحد .
٣ـ تغاير فترة استخدام الطاقه من نفس المستهلك ومن ذات الموقع .
٤ـ تفاوت قيمـه الطاقه المستهلكه من وقت لأخر تبعـا للتغير الطارىء على بيانات الشبكه وعند طرف الاستهلاك وذلك لذات المعده او الجهاز .

٥ـ التغير المستمر فى عدد المستهلكين للطاقه فى ذات الوقت .

٦ـ الاختلاف الناشىء عن نوعيه الاحمال المستهلكه للطاقه .

٧ـ عدم الانتظام فى تصرفات استهلاكيه بصفه مستمره .

٨ـ ظهور الاجازات الاسبوعيه وكذلك الاعياد السنويه وما يصاحبها من نقص او زياده فى استهلاك الطاقه حسب الاحوال .

٩ـ تتابع الفصول الاربعه بما فيها من مناخ مختلف عن سابقه وما يتبع ذلك من نوعيه الاحتياجات وكمياتها .

١٠ـ الكوارث الطبيعيه التى قد تغير من مكونات الشبكات المغذيه للطاقه او للاحمال فى بعض الاحوال او للاثنين معا .

١١ـ التغيرات فى شكل الشبكات واماكن التغذيه بصفه مستمره .

١٢ـ تغير نوعيه الاحمال المستهلكه للطاقه ومنها ما هو وارد فى الفقره التاليه .

١ـ٣ : الاحمال النمطيه STANDARD LOADS

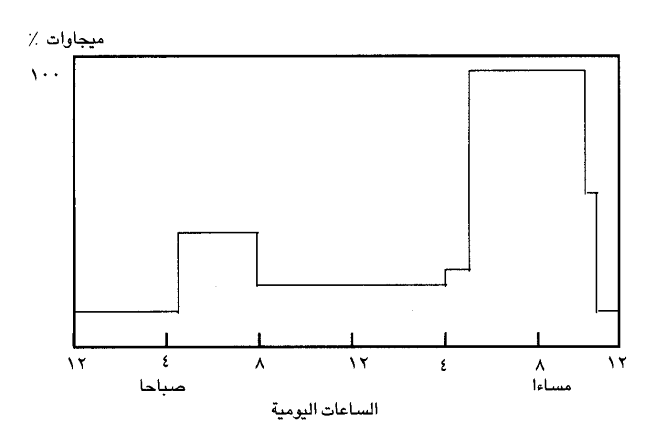
تحتوى الاحمال الكهربيه الكليه المستهلكه على مجموعه من الاحمال الفرديه القياسيه ولكن بنسب مختلفه لكل منطقه (وهى احمال متنوعه مثل الاحمال القياسيه الزراعيه الصناعيه ـ المنزليه ـ الخدميه ـ الكيميائيه) او فى الحيز الاصغر بمعنى ان الاحمال الموجوده فى الشبكه الكهربيه فى مدينه صناعيه تتكون من احمال المصانع وهى احمال قياسيه ذات خواص محدده ومميزه لها بالاضافه الى احمال منزليه قياسيه ايضا ولكن بشكل مختلف عن الصناعيه وكذلك احمال الخدمات مشتمله اناره الشوارع ومحطات المياه والصرف الصحى الى غيرها من الخدمات او كيميائيه وهى ايضا احمال قياسيه بحيث انه قد تختلف اشكال الاحمال فى مدينه عن اخرى نتيجه النسب المئويه لتواجد هذه الاحمال القياسيه فى الاحمال الكليه .

اولا : الاحمال المنزليه DOMESTIC LOADS

تعتبر كل الكميات المستهلكه من الطاقه فى المنازل بكافه انواعها ولجميع الانواع التحميليه عباره عن أحمال منزليه وهى عاده تتصف بالشكل النمطى المبين فى الشكل رقم ١ـ١ حيث يظهر معه ان التحميل يكون اقل ما يمكن وفى الحدود الدنيا اثناء الليل وحتى الفجر حيث يبدأ الاستهلاك فى الازدياد وهى الفتره التى تمثل الاستعدادات الاسريه للافراد من اجل الذهاب الى المدرسه او الجامعه او الى الاعمال الاخرى وتنخفض مره اخرى فى وقت العمل خارج المنزل وتعود فى الارتفاع مره اخرى مع غروب الشمس حيث الاحتياج الى الاضاءه واستخدام وسائل الترفيه المتعدده مثل التليفاز او الراديو او ايه اجهزه اخرى .

هذا الشكل النمطى يمثل التغير المستمر المتتابع فى مكان محدد مثل الوحده السكنيه

او عماره او فى فيلا او شارع او فى حى باكمله او فى قريه او فى مدينه كامله مع مراعاه ان الحمل الاقصى Peak load يمثل النسبه المئويه الكامله لهذه النوعيه من الحمل وان التغير فى الشكل انما يعبر عن نسبه من هذا الحمل الاقصى كما ان هذا الشكل قد يختلف من يوم لآخر او من شهر لغيره ويتبع غالبا مستوى الدخل والمعيشه للافراد المستهلكين للطاقه (الشكل رقم ١-١) .



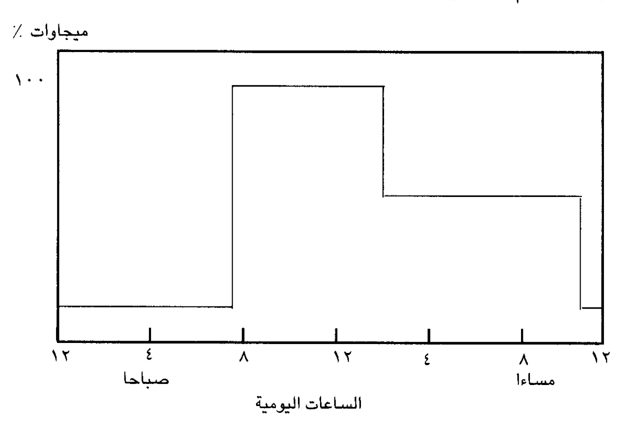
الشكل رقم ١-١ : الشكل النمطى للاحمال المنزليه

يمثل هذا النوع من الاحمال الخطوره الكبيره فى شبكات التوزيع الكهربيه وبالتالى يكون عبء على محطات التوليد المتعامله مع الشبكه الموحده ومن هنا يجب الاهتمام بهذه النوعيه والعمل على تحسين المنظر العام له ووضعه فى الشكل التقنى المناسب ليساعد على حسن الاداء والتشغيل فى الشبكه ككل وذلك من خلال اما التقنيات الحديثه والابتكارات المتتاليه او باسلوب الاعلام الثقافى والارشادى من اجل توعيه المواطن العادى وافهامه العمليات الفنيه المعقده لخطوره الاستهلاك السىء باسلوب مبسط ومريح فى الاستقبال العقلانى .

ثانيا : الاحمال الصناعيه INDUSTRIAL LOADS

تعتبر الاحمال الصناعيه فى الدول الناميه من اهم الاحمال على الاطلاق حيث تكون الحاجه ملحه للتطور السريع والنمو الصناعى والاقتصادى وما يتطلبه من طاقه لتغطيه هذه الاحتياجات ولهذا نعطى الدول التى تحاول اللحاق بركب الدول الصناعيه المتقدمه

الاولويه للاحمال الصناعيـه وحتى تصبح هى السمه الطاغيـه على كل النوعيات الاخـرى من الاحمال وهكذا يكون من الاهميـه البـالغـه دراسـه الاحمال الصناعيـه كما نراها فى الشكل رقم ١-٢ حيث القـراءات منسـوبه الى الحمل الاقصى بالنسبـه المئويه معطيـا الاشاره الى تواجد نظام الورديه المعمول به فى هذا المجال .

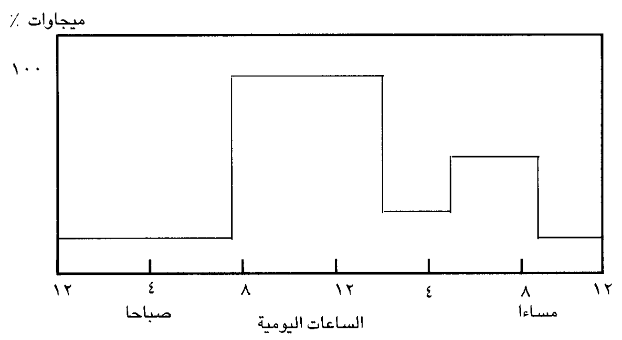


الشكل رقم ١-٢ : الشكل النمطى للاحمال الصناعيه

نرى من الشكل رقم ١-٢ ان الاحمال الصناعيـه ثابته تقريبـا لكل ثمانيه ساعـات يوميه غير ان هذه الاحمال قـد تتباين مـن يوم لآخر مثل العطلات الـرسميه او تواجـد الاعطال المفاجئه داخل هذه المصـانع وهى كلها حـالات محتمله الحدوث غير انه فى جميع الاحوال نجد ان الورديه الصباحيه تستهلك القدر الاكبر من الطاقة حيث يكون الكثره من العاملين وهى بدورها تزيد عن الورديه الثانيـه والتى تصل فى النهايه الى الاحمال الاقل والادنى فى الورديه الليليه والتى تعمل على ادنى المستويات كما هو موضـح فى منحنى الحمل .

ثالثا : الاحمال الاداريه ADMINSTRATIVE LOADS

مع التطور العلمى والاستخـدام التكنولوجى الحديث الفائق اصبحت الاداره المكتبيـه من اهم المستهلكين للطاقه الكهـربيه على كافه المستويات الاداريه وحتـى متخذى القرار ومن هنا نشأت النوعيـه المستهلكه للطاقه من خـلال استخدام شبكات الحاسب والاتصـالات الحديثه وشبكات المعلومات والانترنت ممـا وضـع الاحمال الاداريه على الخريطه الكهربيه وما يشكله من قيمه فعليـه حيث نرى فى الشكل رقم ١-٣ هذه النوعيه من الاحمال الهامه والتى قـد تدفع بالاحمال الكليـه الى الافضـل او الاسـوأ حسب الاحـوال وهى ممثله على الرسـم نسبه الى الحمل الاقصى والذى يظهرمع ذروه العمل الادارى من الشكل رقم ١-٣

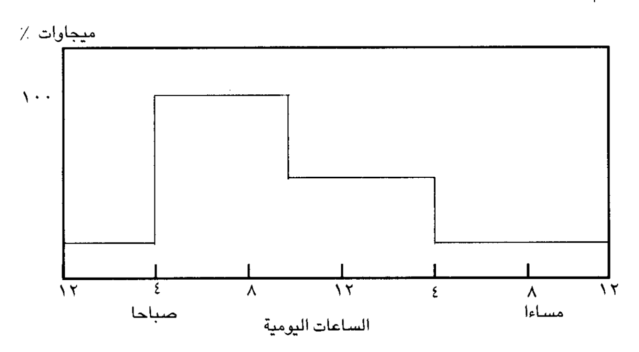


الشكل رقم ١ـ٣ : الشكل النمطى للاحمال الاداريه

نجـد ان الاحمال الاداريه تزيد من الاستهـلاك الكهـربى عن ذى قبل لاضـافـه الاجهـزه الحديثه الى صفـوف الاستهلاك الكهربى وهو مـا يزيد من القيمه القصـوى الاجماليه فى المناطق الصناعيـه ويقلل من كفـاءه تشغيـل الشبكه ككل من ناحيـه الا انها تزيد هذه الكفاءه فى مـواجهه الزياده الموجوده فى الاحمال المنزليه لترفعهـا وقت قله الاخيره وتقللها وقت ذروه الاحمال المنزليه وتعتمد بعد ذلك على النسبه بين هاتين النوعيتين من الاحمال .

رابعا: الاحمال الزراعيه AGRICULTURE LOADS

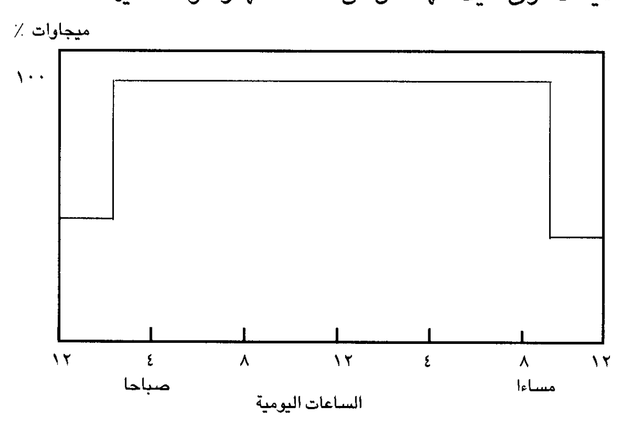
مع التطور السريع فى الهندسه الوراثيـه اصبح منحنى الحمل الزراعى ذات طابع مختلف عما كـان مألوفا فى الماضى (الشكل رقم ١-٤) واصبحـت الزراعه الموسميـه غائبـه من التـاريخ اليوم وتحتـاج الزراعه الى الاحمال بصفـه مستمره الا انها تتفـاوت من وقت الى غيره وهى فى الشكل العـام تتبع المنحنى المعطـى فى الشكل رقم ١-٤ مبينا ان لها وقتـا للاستخـدام قد تزايـد عن ذى قبل غير انها قد تتبـاين من فتره الى اخـرى او من مكان الى أخر تبعا لنظم الرى والزراعه المتبعه حديثا .



الشكل رقم ١ـ٤ : الشكل النمطى للاحمال الزراعيه

خامسا : الاحمال الكيميائيه CHEMICAL LOADS

اما عن الاحمال الكيميائيه فانها تأخذ الطابـع الحيوى من استهلاك الطاقه سواء كان ذلك من خلال الصناعات الدوائيـه او تلك الكيميائيه البحته وعلى وجه العمـوم فانها تحتاج الى الاستمـراريه الثابتـه فى استهـلاك الطاقه كما يظهـر من الشكل رقم ١-٥ حيث نجـد انه تقـريبا يكون ثابتـا على مدار ستـه عشره ساعـه يوميـا وهذا نتيجه الطبيعـه الكيميائيـه للتفاعلات من هذا الطراز الهام بالرغم من انه قد يعتبر احيـانا فرعا من الصناعه ولكن لها من الطابع الخاص الذى يجعلنا نفرق بينهما لما لها من اهميه، و نشير الى ان هذه الاحمال الدائمه والمستمره كما هو الحال بالنسبه للاحمال الكيميائيه تقوم بعمل جيد فى الشبكات الكهـربيـه حيث انها تساعـد بشكل فعـال على تحسين المنحنى الكلى الشـامل على جميع الانواع النمطيـه من الاحمال بالرغم من ان القيمـه القصـوى فيهـا تتـزامن مع غيرها من الاحمال النمطيه الاخرى حيث انها تقلل من الطاقه المهدره او تلك غيرالمستخدمه.

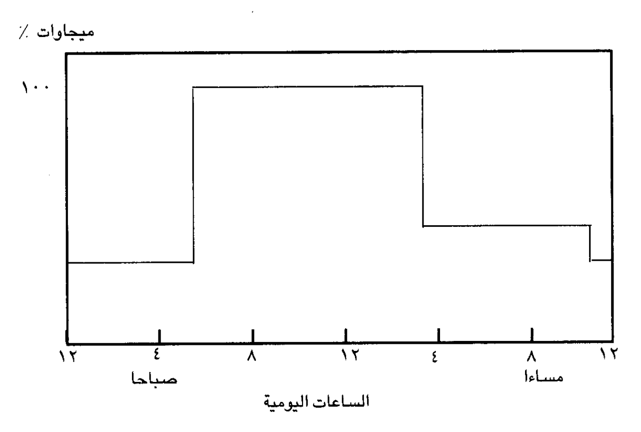


الشكل رقم ١ ـ ٥ : الشكل النمطى للاحمال الكيميائيه

سادسا : الاحمال الخدميه MANUCIPILITY LOADS

تمثل الاحمال الخدميه تلك الاحمال الكهربيـه المستهلكه فى محطات المياه للشرب ويضاف اليهـا احمال محطات الصرف الصحى اللازمـه لصرف المياه ومحتـوياتها الى المصـارف الخاصه بها لمعالجتهـا كما يدخل فى الاعتبار تلك الوسائل الخدميه العـديده الاخرى التى تلزم الانسان فى بيتـه وعمله وفى المستشفيات ومقار العلاج وفى دور النقـاهه والاستشفاء وفى غيرهم .

كما انه تتجمع هذه الاحمال الخدميـه فى شكل نمطى مثـل ذلك المعطى بالشكل رقم ١-٦ حيث تظهر القيمه القصـوى لفتره طويله بنسبه ١٠٠٪ من ذات النمط الحملى بينما نجد



الشكل رقم ١ ـ ٦ : الشكل النمطى للاحمال الخدميه

ان هذا التـزامن قـد يختلف عن غيره من الاحمال النمطيـه المعطاه ممـا يزيد من تحسين مستوى الاداء فى الشبكه ككل كما سوف يتضح ذلك من المعاملات التى سوف يرد ذكرها فيما بعد .

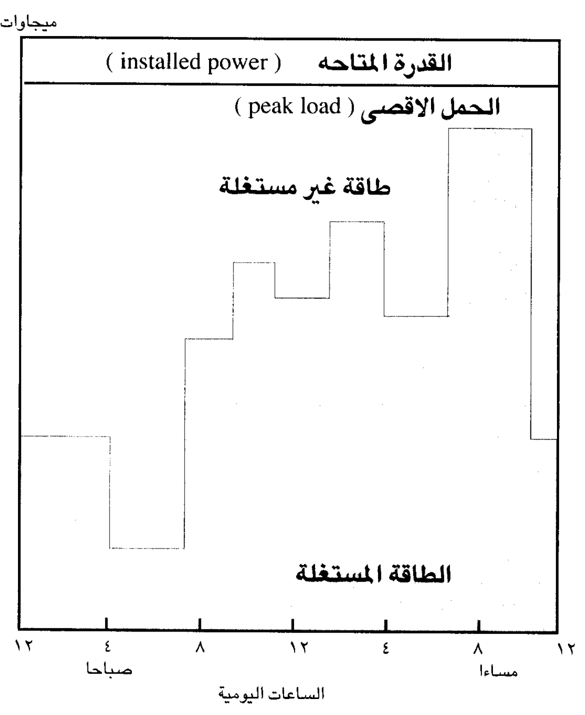
غير انه من الممكن ان تتنوع الاحمال بطـرق مختلفـه وعلى اسس محدده الا انه فى النهـايه سوف نصل الى الشكل الاجمالى الفعلى لها معا وهو ما سـوف نقوم بدراسته وتحليله من الوجهه النظريه والعمليـه لما سوف ينعكس عنها من اصول علميـه لتحديد مستوى الاداء والتكلفه الاقتصـاديه لانشاء المحطات والشبكات الكهـربيه بجـانب تأثيرها على التسعير الاقتصادى لاستهلاك الطاقه لكل من كبار وصغار المستهلكين .

١ـ٤ : الاحمال الكليه TOTAL LOADS

بعد تلك الاحمال التخصصيه النمطيه السابقـه نجد ان كل منطقه سواء كانت فى المدينه او القـريه تشمل كل هذه النوعيات من الاحمال النمطيـه او بعضا منهـا دون غيرها وتتجمع بنسب متفـاوته من مكان لآخـر وطبقا لمعـامـلات حضاريه مجتمعيـه مما يجعل منطقـه تستهلك ٨٠٪ من الاحمال الكليـه فى الصناعـه بينما تأخـذ منطقـه اخـرى ٢٠٪ من هذه الاحمال الصناعيـه ومن هنا نشأ التباين بين شكل منحنيـات الاحمال فى المناطق او المدن والقرى وهكذا نجـد ان منطقه تحتـاج الى ٥٠٪ من اجمالى احمالها (اى الحمل الاقصى) من الاحمال الصناعيه و ٢٠٪ احمالا زراعيه واخيرا ٥٪ احمالا اداريـه بينما تحتاج مدينه اخرى او منطقه الى نسب مئويه غير هذه التى ذكرت .

هكذا نرى ان منحنى الاحمال الكليـه قـد يختلف مـن مـوقع الى اخـر ليصل الى المحطه المسئوله عددا من هذه المنحنيات سواء تشـابه بعضها او تباينت على الاطلاق كى تتجمع

هذه المنحنيات فى منحنى واحد يمثل حمل هذه المحطه ويكون من هنا اهميه دراسه الاحمال وكيفيه توزيعها طبقا لشكل منحنى الحمل بالاضافه الى المعاملات الاخرى المعروفه وبذلك يضاف اليهم هذا المعامل الهام الذى قد يزيد من كفاءه التشغيل وتحسين مستوى الاداء ، ويعطى الشكل رقم ١-٧ الشكل العام لمنحنى الاحمال الكليه شاملا كافه الاحمال النمطيه السابق ذكرها حيث يظهر فى الرسم كلا من الطاقه المستعمله والاخرى غير المستغله والتى كان بالامكان استعمالها اذا ما تحسن شكل المنحنى ولكن التغير



الشكل رقم ١-٧ : الشكل الافتراضى لمنحنى الحمل العام

النمطى للاحمال الداخله فى الحمل الاجمالى يتسبب فى هذا الفقد الهام والذى يوجب تحسين اوضاع الشبكه كى تستغل .

نرى من الشكل رقم ١-٧ ان الشبكه الكهربيه لابد وان تغطى قيمه الحمل الاقصى (peak load) وذلك بانشاء المحطات الكهربيه التى تعمل على هذا المبدأ ويكون اجمالى القدره المتاحه (installed power) اكبرمن الحمل الاقصى ويجب الاشاره الى ان هذه القدرة

يجب ان تكون اساسا بالفولت امبير حيث انها بذلك تعبر عن القدره الكليه من الناحيه العلميه وهذا لايمنع التعبير عنها بوحدات وات watt ولكن يلزم ان يكون مقرونا بمعامل القدره power factor وهوما سوف نتعرف عليه علميا وتقنيا من خلال الاجزاء التاليه .

اذا ما نظرنا الى الاحمال المنزليه نجدها تتغير طبقا للوقت الذى يستنفذ فيه الطاقه ففى العاده قليله فى الصباح بعد خمولها ليلا الا بالاحمال الدائمه مثل الثلاجات المنزليه وترتفع فى المساء وتصل الى القيمه القصوى مع البرامج الشيقه اجتماعيا او اعلاميا ثم تنخفض حتى الصباح ، وبنفس الاسلوب تبدأ الاحمال الصناعيه بقيمه ثابته تقريبا ثم تختفى بعد انتهاء العمل و يتميز الحمل اليومى الكلى بالتغير المستمر الذى لايمكن ان يستقر او ان يكون ذو قيمه ثابته مما جعلنا نشاهد الارتفاع فى قيمه الاستهلاك الكهربى ثم الانخفاض بدرجات متفاوته وهذا لن يتيح لنا الفرصه للمقارنه بين منحنيات الاحمال المختلفه وايهم الافضل وكيفيه تحسين مستوى الاداء فى الشبكه الكهربيه الموحده مما دفع المتخصصين الى تحديد بعض المعاملات الهامه الرئيسيه التى تساعد على دراسه ومقارنه منحنى الاحمال بسهوله ويسر على النحو التالى :

١ـ معامل التحميل LOAD FACTOR

يمثل معامل التحميل كما هو مفهوم من المسمى قيمه التحميل الفعلى من القيمه المتواجده على الساحه من الناحيه الفنيه ، وهو ما يمكن التعبير عنه بانه القيمه المستخدمه فعلا من تلك التى تتواجد فى المنحنى ويسهل هذا الفهم اذا ماتم التعبير رياضيا عنها بالمعادله الرياضيه :

$$\text{معامل التحميل} = \frac{\text{القيمه المتوسطه للحمل}}{\text{الحمل الاقصى}} \qquad (١-١)$$

ولمزيد من الايضاح نجد ان القيمه المتوسطه للحمل تعنى القيمه التى تعادل تلك الطاقه المستهلكه على مدار اليوم الكامل مقسمه بالتساوى طوال اليوم وهو ما يعنى انه يمكن استنتاج القيمه المتوسطه للحمل من المعادله :

$$\text{القيمه المتوسطه للحمل} = \frac{\text{المساحه تحت منحنى الحمل}}{\text{عدد الساعات فى اليوم}} \qquad (١-٢)$$

تلك القيمه المتوسطه يمكن ان تتحدد اما بوحدات الوات watt او الفولت امبير volt amper وعلى هذا الاساس يجب ان تكون وحدات الحمل الاقصى بذات الوحدات حتى يكون معامل التحميل صحيحا مع التأكيد على ان هذا المعامل لايمكن ان يزيد عن الواحد الصحيح مهما كان شكل المنحنى وتحت ايه ظروف ، ولذلك نجد ان معامل التحميل قد يوضع فى شكل رياضى أخر على النحو :

$$\text{معامل التحميل} = \frac{\text{الطاقه المستهلكه}}{\text{الحمل الاقصى} \times \text{زمن استهلاكها الكلى}} \qquad (١-٣)$$

٢ـ معامل التشتت : DIVERSITY FACTOR

نجـد ان معـــامل التشتت هو المعبر الحقيقى والفعلى لاسلوب التحميـل والاستخـدام من جـانب المستهلكين المتعــددين او حتى المستهلك الواحــد لكل مــا يتمتع بــه من قـدرات استخداميه وهذا المعامل يهم بالدرجه الاولى المصمم حيث يتم تحديد مواصفات المكونات المختلفه فى الشبكه الكهـربيه حتى لانبالغ فى قيمــه الطاقه المطلوبه فى الموقع ويضيع علينا من الامــوال ما يمكن الاستفــاده منها فى مشروعــات اخرى ، ويتم التعبير عن هذا المعــامل رياضيا بالصيغة:

$$\text{معامل التشتت} = \frac{\text{مجموع الاحمال القصوى لكل المنحنيات}}{\text{القدره المتاحه فى المحطه الكهربيه}} \qquad (١-٤)$$

من المعادله رقم ١-٤ نرى ان معامل التشتت هامـــا بدرجه كبيره من الناحيه الاقتصاديه حيث يعطى الفـرصه للتقليل من الطاقــه القصـــوى المطلوبه لتغطيه الاحمال وهذا عــاده نتيجه هامه تعتمد على محورين هما :

* ان منحنيات الاحمال المختلفه للاحمال المتبــاينه فى ذات الموقع او التى تستهلك الطاقه من نفس المحطه تأخـذ اشكالا مختلفــه تبعا للنمط المتــواجـد فى كل منها وبالتــالى يكون اجمالى الاحمال المطلوبه اقل حقيقــه من تلك الاحمال منفـرده ويصبح تفسيره من خــلال معامل التشتت واضحا .
* التحميل الفعلى لكافــه الانماط الحمليــه لايمكـن وان يكون فى نفس الوقت وبالقيمـــه القصوى باستمرار وهذا يعنى ان القيمه القصـــوى للتشغيل واستهلاك الطاقه قد تختلف من مكان الى اخر فى الموقع الواحــد وبالتالى يكون اجمالى الطاقــه المستهلكه القصوى غير تلك التى نعبر عنها بالمجموع الرياضى وانها فى الحقيقه اقل من ذلك .

اضــافه الى مــا سبق يلزم الاشاره الى ان معــامل التشتت لابد وان يكون اكبر من الواحــد الصحيح وهو ما يعبر عن مدى توفير التكلفه الاقتصاديه للاحمال مع الاخذ فى الاعتبارات الفنيه الواقعيه .

٣ـ معامل الاستغلال : USE FACTOR

هذا المعامل يعبر بجــلاء عن مدى اهدار الطاقــه المتاحه استهــلاكيا وان عدم استخــدامها يمثل قصورا من الناحيه الاقتصاديه الا ان هذه الامور تخضـع للمقننات الفنيه والهندسيه والتى تمنع الاستغلال الكامل لكل الطــاقه على مدار اليـوم وهو ذلك المعامل الذى يخضـع للتعبير الرياضى :

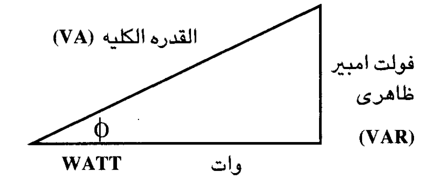
$$\text{معامل الاستغلال} = \frac{\text{الطاقه المستهلكه فعلا فى اليوم الواحد}}{\text{الحمل الاقصى} \times \text{٢٤ ساعه}} \qquad (١-٥)$$

٤ـ معامل القدره POWER FACTOR

يمثل معامل القدره النسبه الحقيقيه المستخدمه او تلك التى يمكننا استخدامها من القدره الكليه المتاحه فى الشبكه او المحطه وبذلك فانه يخضع للمعادله الرياضيه :

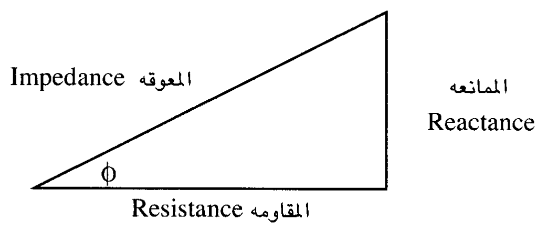
$$\text{معامل القدره} = \frac{\text{القدره الحقيقيه المستهلكه}}{\text{القدره الكليه الممكنه من تلك المستهلكه}} \qquad (١-٦)$$

حيث ان القدره الحقيقيه المستهلكه هى تلك القدره التى يمكن الحصول عليها من الطاقه الكهربيه وتحويلها الى طاقه ميكانيكيه او غيرها للاستخدام المطلوب وهى تعرف بالوحدات الهندسيه المسماه (الوات) بينما القدره الكليه المتاحه فعليا فانها تتواجد بالوحدات (فولت امبير) وبذلك تكون الوحدات الخاصه بمعامل القدره هى (وات / فولت امبير) وهى فى الحقيقه قيمه متجهه كما هو مبين فى الشكل رقم ١ـ٨ حيث يتم التعبير عن معامل القدره بقيمه جتا الزوايه بين المتجهين بالوحدات المشار اليها .



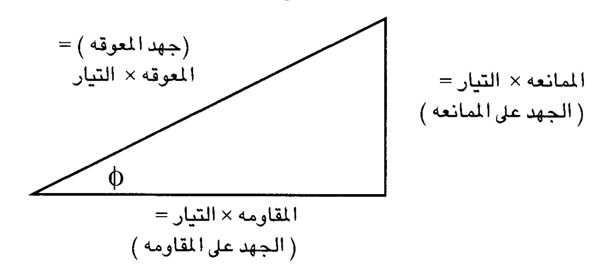
الشكل رقم ١ـ٨ : معامل القدره ممثلا بالمتجهات المشار اليها .

من هذا الشكل نجد ان مدى الاستغلال لكامل الطاقه لايمكن تحقيقه الا اذا ما كانت الطاقه الظاهريه (VAR)مساويه للصفر وهذا ما لايمكن ان يحدث واذا ما وجدت هذه الحاله فى وقت ما فلن تتواجد بصفه مستمره لانها تخضع لاحكام المعاملات الهندسيه التى تتحكم فى التشغيل وهى خارجه عن الاراده من وجهه النظر الخاصه بمنحنيات الاحمال السابق ذكرها ،ويؤكدهذا ان المكونات التى تدخل فى الدائره الكهربيه ذات معامل قدره نتيجه لتكوينها الطبيعى حيث تتحول المقاومه المعروفه resistance فى التيار المستمر الى معوقه impedance وهى ما تشمل على ركنى القدره السابقه ، والمعوقه هذه تحتوى الجزأين المسميين بالمقاومه واخرى المسماه الممانعه (reactance) كما هو مبين فى الشكل رقم١-٩ حيث ان هذه الممانعه تتنوع الى ان تكون اما سعويه capacitive اوحثيه inductive وفى الحالتين فان الزاويه ϕ التى تظهر فى المتجهات تكون الزاويه ذاتها السابق الاشاره اليها .



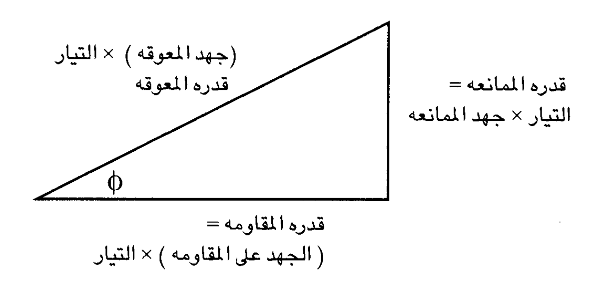
الشكل رقم ١ـ٩ : مكونات المعوقه الكهربيه (مثلث المعوقة)

بالرجوع الى الاسس الرياضيه الخاصه بالمتجهات نرى ان الشكل رقم ١-٩ سيظل كما هو اذا مـا تم ضربه فى متجـه ثابت لكل الاضـلاع ويكون حـاصل الضرب نفس الشكل ولكنه يكون قد دار بزاويه تعـادل الفرق بين زاويه المعوقـه وزاويه المتجه هذا ومن هذا المنطلق يمكننا ان نستخـدم المتجه الخاص بالتيـار فيصبح الشكل على النحـو الوارد فى الشكل رقم ١-١٠ حيث اننا سنهمل زاويه الدوران ،من هنا يظهر مثلث متشابه مع ذلك الخاص بالمعوقـه ولكنه بمقياس رسم مختلف لاختـلاف الوحدات حيث تكـون وحداته كلها موحده وهى بالفولت لانه اصبح مثلث الجهد الخاص بالمعوقه .



الشكل رقم ١ـ١٠ : مكونات مثلث الجهد

بنفس الاسلوب يمكننا اعـاده عمليه الضرب الرياضيـه مع هذا المثلث لنحصل على مثلث جديد كما هو مـوضح فى الشكل رقم ١-١١ حيث يكون حاصل الضرب ناتجا عن ضرب مثلث الجهد فى متجه التيار السابق استخدامه فى الشكل رقم ١-١٠ وبذلك نصل الى شكل اسهل ونطلق عليه اسم مثلث القدره .



الشكل رقم ١ـ١١ : مكونات مثلث القدره

من الملاحظ ان هذا الشكل رقم ١-١١ يتطابق مع الشكل رقم ١-٨ والخاص بمعامل القدره وهو فى الحقيقه نفس المثلث بل ان استنتاج المثلث الخاص بمعامل القدره يخضع لنفس الخطوات ومن ثم يكون معامل القدره معتمدا على المكونات الفعليه فى الدائره الكهربيه حيث ظهرت الزاويه ϕ فى كل الاشكال مؤكدا على هذا وبالتالى يكون تحسين معامل القدره خاضعا لنوعيه اخرى من الاحكام غير تلك التى تهم منحنيات الحمل ولكن الكلام ليس مطلقا لانه يمكن تحسين معامل القدره لحمل ما فيتبعه تحسنا لمعامل القدره ككل وهى التى تنحصر فى استخدام المكثفات كما نراها فى الشكل رقم ١-١٢ (ص : ٢٧) حيث نجد منها مكثفات للاضاءه او للمحركات لتحسين معامل القدره بمقننات تتراوح بين١ الى ٥٠ك . ف.أ. ر او حتى بالاستعانه بمرشحات تنقيه التوافقيات الحادثه فى الشبكه .

باستخدام المعاملات المختلفه نستطيع تحديد مدى كفاءه الاداء للشبكه ومستوى الاستهلاك من الناحيه الفنيه وتأثير كل منهما على الآخر ولهذا تدخل هذه المعاملات فى كافه العمليات الهندسيه حسابيا او تقويما بالرغم من ان هذه المنحنيات اليوميه والتى تتغاير كل يوم عن الاخر نتيجه دخول المستهلكين الجدد وخاصه مع النمو الاقتصادى السريع والتنميه القوميه على كافه المحاور فان المناخ العام الجغرافى وما يصاحبه من تتابع لفصول السنه الاربعه وبالتالى اختلاف المتطلبات والاحتياجات وهو ما ينعكس مباشره على الاستهلاك الكهربى سواء للفرد او التجمعات الاقتصاديه والصناعيه .

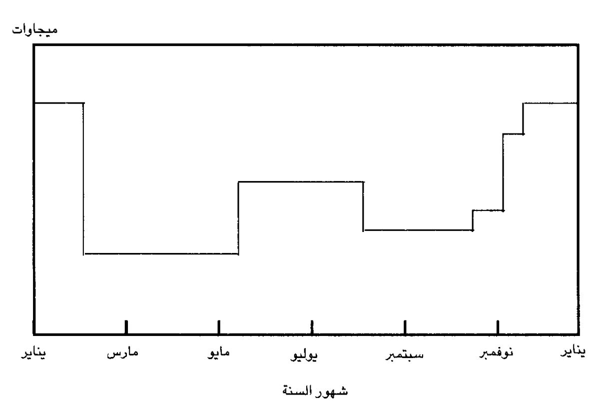
١ـ٥: الاحمال السنويه ANNUAL LOADS

نتيجه للتغير المناخى المتتابع على مدار السنه تتغير القيمه القصوى للطاقه المستهلكه من شهر الى أخر ولذلك تظهر اهميه الاتجاه الى التعامل مع المنحنى السنوى والذى يعبر عن التغير الشهرى للطاقه فى القيمه الاقصى حتى يكون العائد للطاقه المطلوبه لاقامه وانشاء المحطات الكهربيه لتتواكب مع المتطلبات المتوقعه تخطيطيا ، تنطوى الاحمال الكليه على عددا من المفاهيم الاساسيه وهى تلك التى تعبر عنها من حيث المبدأ ولذلك

نجد ان الاحمال الكليه يمكن ان تندرج على ثلاث محاور رئيسيه تبعا للاحتياج لها وهم :
١ـ المنحنى السنوى للحمل الشهرى الاقصى Annual curve for monthly peaks
٢ـ المنحنى السنوى للاحمال اللحظيه Annual load curve
٣ـ المنحنى السنوى للتحميل الزمنى Annual duration load curve

يمثل الشكل رقم ١ـ١٣ شكلا عاما لمنحنى الحمل السنوى من المحور الاول وهو ما يبين ان استهلاك الطاقه فى فصل الشتاء يكون الاكبر عن غيره لتغطيه باقى الاستهلاك الخاص بالتدفئه وما يقرنه من كميات هائله نسبيا للتشغيل بالاضافه الى الاحمال المعتاده على مدار العام .

هذا المنحنى يهم بالدرجه الاولى العاملين فى مجال التخطيط والتنميه المستقبليه سواء على المستوى القومى او حتى القطاعات المحدوده داخل البلاد او فى المنشأت احيانا كما انه من اول الاسس الاقتصاديه للمصمم الذى يعمل فى تصميم المحطات الكهربيه وحتى يكون العمل التصميمى متواكبا مع النمو الحادث فى المجتمع علاوه على ذلك نجد ان العاملين فى قطاع التشغيل بالشبكات الكهربيه من اكثر الناس احتياجا لهذا المنحنى حتى يقوم فيها هؤلاء العاملون بتغطيه الزياده المتوقعه فى الاحمال فى الشهور التاليه وكى لاتحدث المفاجات وتتوقف التغذيه الكهربيه عن بعض المناطق كما كان يحدث فى الستينات حيث كان يتم قطع التغذيه عن حى باكمله مره ثابته اسبوعيا او عن القريه او المدينه الصغيره وبشكل دورى كى لا تتعدى الحد الاقصى من الاحمال وتظهر المشاكل الفنيه الضاره .



الشكل رقم ١ـ١٣ : منحنى الحمل السنوى (القيمة القصوى)

يعتبر منحنى الاحمال السنوى ضروريا للدراسات الاحصائيه ولاظهار مظاهر التنميه ومستوى المعيشه فى المجتمع ويظهر دائما للاحمال الضخمه اما على المستوى القومى

ككل او على المدن الكبرى او للمحطات الهامـه والتى تعتبر من القاعـده الانتـاجيه للطاقـه الكهـربيه فى الشبكه الكهـربيه الموحـده وسـوف تزيد الاهميه والاحتيـاج لهذا النوع من المنحنيـات نتيجه الربط الكهـربى بين مصر وليبيا وكـذلك بين مصر والاردن وما سـوف يتوالى من ربط جديد بين الشبكات القـوميه الموحده للبلدان العربيه معـا فى شبكه موحده ويظهر اهميه هذه المنحنيات لتوفير الاحتياطيات الكهربيه للشبكه كل على حده .

اما عن المحور الثانى فانه يكون هـاما وضروريا للحصول على المنحنى من المحور الثالث وهو محور المنحنى الزمنى على غرار ذلك المنحنـى اليومى من ذات الطراز ويمكننا التعبير عنه فى شكل قيمـه مئويه سواء بالنسبـه للحمل منسـوبا للحمل الاقصى او لزمن تحميله من العام كله كما سيرد بيـانه فى الفقره التاليـه و يمثل المنحنى السنوى للاحمال المنحنى المتوسط لـلاحمال اليوميه على مـدار العام ويأخـذ نفس الشكل ويكون هو ذاته المنحنى اليومى ولكـن بمقياس رسم زمنى مختلف اذ يتحـول المحور الافقى من ٢٤ سـاعه ليعبر عن ٣٦٥ يوما او بالساعات ليكون ٨٧٦٠ ساعه او حتى بالنسبه المئويه من العام ويمثل ١٠٠٪ فى هذه الحاله الاخيره .

لاتتوقف اهميه الربط الموحد عند حد توفير الطاقـه المنتجه مقللا من القيمه الماليه الفعليه اللازمـه لها بل ايضـا يصل بنا الى زياده الطاقـه الاحتيـاطيه فى الشبكه الموحـده متيحـا الفرصـه الاستثماريه لرأس المال فى مشروعات اخرى اضـافيه مما يساعـد بشكل أخر فى توفير الاحتيـاطى من المخـزون فى البلاد المصـدره للبترول وعلى راسهـا الدول العربيـه مـؤكدا على زياده دعم الاقتصـاد القـومى المستقبلى كما اننا نجد ان الاتسـاع بين اطراف الشبكه الواحـده يسـاعد على توفير الطـاقه المستهلكه فكلما اتسعت المسـافـه بين خطى الطول على اطرافها كلما زاد التـوفير فى الاستهلاك الكهـربى اللازم لتغطيه نفس الاحمال الكهربيه دون انقاص منها وبالتالى تقليل رأس المال المطلوب للوفاء بهذه الاحتياجات مما يسمح باستغلال هذا الفارق فى توجيه الاستثمار الى مجالات هامه اخرى .

بالتمعن فيما ذكر هنا عن اتصال الشبكات القوميه معا لتصبح اقليميه ثم وصل الشبكات الاقليميه لتكون كلها شبكه كهربيه واحده ومـوحده على مستوى العالم القديم فى القارات الثلاث سيكون له اكبر الاثر فى الحياه البشريه على سطح البسيطه خصـوصا وان العادات اليوميه بين العالم الاوروبى والعربى متباينـه الى حد كبير فمثلا ايام الاجازات الاسبوعيه فى وطننا العـربـى هى الجمعـه بينما على النقيض فى العـالم الاوروبى حيـث تظهـر هذه الاجازه لتكون الاحـد ومن هنا فقط نستطيع تطويع الطاقه الخامله فى الشبكات الكهـربيه العربيه ايام الجمعه اسبوعيا لاستغلالها فى القاره الاوروبيه او الاسيويه وبالعكس يمكن للدول العربيه استخدام الطاقه الزائده فى شبكات اوروبا وأسيا ايام الاحد .

الفرق بين التوقيت الزمنى يزيد من فرصه استغلال الطاقات الخامله فى كل شبكه موحده

على حـده مؤديا بذلك الى تقليل استهـلاك الطاقه التقليـديه محافظا بالتالى على المخـزون الاستراتيجى منهـا مما سـوف يطيـل عمـر هذا المخـزون ولا نقف هنا فقط بل نجـد احتماليات انقطاع التيـار الكهربى سـوف تصل الى اقل قيم لها قد يعرفهـا تاريخ تشغيل الشبكات الكهربيه على المستوى العالمى وتزداد اهميه ربط الشبكات الاقليميه الموحده مع بعضـها البعض بمـرور الزمن لما فى ذلك من صفـات فنيه هامـه تجبر الجميع على الاتفاق على هذا للصـالح العـام لكل الدول دون استثناء فهـا هنا الشبكه الاوروبيـه الموحـده ثم الشبكه العـربيـه الموحده والتـى تولد حاليـا لترى النور وتلك الضخمـه فى شمال اسيـا والمطلوبه لجنوب أسيا وصولا الى الموحده .

ويعتمد التـوقيت الزمنى على ٣٦٠ خط طول مقسمه الكره الارضيـه بمسافـات متساويه مرقمـه على جزأين ففى الشرق ١٨٠خط ومثلهم فى الغـرب وبذلك تدور الارض ٣٦٠ خط طول ٢٤سـاعه ممـا يجعل نصف الكره الارضيه نهارا بينما النصف الاخـر ليـلا وبذلك يمكن استغلال الفـرق فى التوقيت الزمنى بين الدول لاعاده توزيع استهـلاك الطاقه فيما بينهم لاستغلال الطاقه الـزائده فى منطقه اخرى تحتاج الى مـزيد من الطاقه حتى نحصل على التوزيع الامثل وهذا يؤدى الى زياده الربحيه عن العمل الاقتصادى والناتج عن انشاء نفس الشبكه الكهربيه وسبحان الله ان وهب الانسان العقل ليفكر ويتدبر الامر .

ان الشبكات الكهربيه اليوم اصبحت قـوميه لكل بلد على حده مما ادى الى التفكير فى الربط بين الشبكات القـوميه المتجـاوره كما ظهر ذلـك فى الشبكه الكهربيـه الاوروبيه الموحـده والتى تعمل بكفـاءه عاليـه علاوه على الشبكه الكهـربيه الخاصه بما كـان يسمى الاتحاد السوفيتى بين خطى ٢٠ شرق و ١٠ غرب بفارق ٣٠ درجه والتى تربط المدن والفرق بين خط طول ١٨٠ شرقـا وحتى خط طول ٢٠ شرق بفـارق ١٦٠ درجـه وفى جميع الاحـوال نجد ان الاتسـاع الشاسع بين اطراف الشبكه الكهـربيه الواحـدة يعطى فرصـة اكبر نحو الاقلال من الاستهـلاك فى الطاقه الخام لما يوفـره من طاقه متـولده بالشبكه مما يزيد من فرص الاستثمار فى مجالات اكثر بنفس رأس المال .. انظر الشكل رقم ١ـ١٤ (ص : ٢٧) حيث يظهر عليها خطوط الطول ذات العلاقه بالتوقيت الزمنى) .

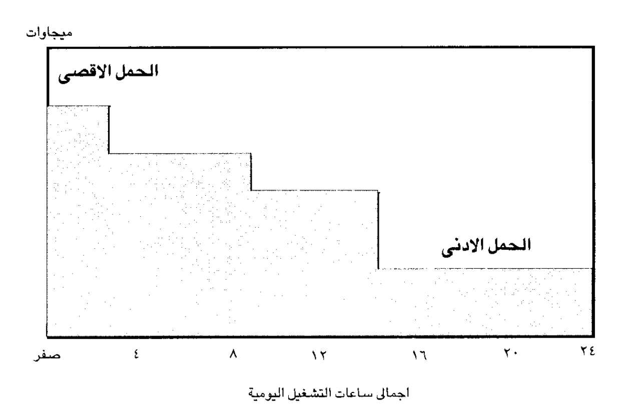
على جميع الدول التسـابق من اجل ضـم شبكاتها القـوميه مع جيرانها كخطوه اولى نحـو التكامل الكهـربى حتى تتم عمليه المشـاركـه والمساهمه فى عـالمنا القديم افـريقيا واسيـا واوروبا فى شبكه كهربيـه واحده من اجل التقـدم ورقى الانسان بصفـه عامـه وللمواطن العـربى بصفـه خـاصـه لما سـوف يتيحـه له من استغـلال افضل لثـرواته واطاله فتره الاستفاده منها وتأخذ الحكومه المصريه على عـاتقها هذا العبء والاسراع نحو الوصول الى شبكه دوليـه مؤسسـه لخدمه الوطن العـربى حيث تقـدم الخريطه المبينه فى الشكل رقم ١ـ١٥ (ص : ٢٧) الربط المستقبلى للشبكات القـوميـه الموحـده فى المنطقـه العـربيـه

والافريقيــه حتى تدخل فى منظومــه الشبكه الكهربيــه الدوليه الموحــده بالربط مع اوروبا بشبكتهــا الكهربيــه الموحده ومع الجيران فى أسيــا لتربط شبكاتها القوميــه مع الشبكات العربيــه لتصبح موحده على وجه الخصــوص لتامين توفير الطاقه بأقل تكلفــه والارتباط مع دول المشرق والمغرب العربى ثم مع المشرق الاسيوى والمغرب العربى والاوروبى .

هكذا يجب ان تتواصل الاجيال بتواصل شبكاتها الكهربيه من اجل الانتفاع بما يجود الله علينا من نعم وخير ولابد من ان نتفهم الضروره القصــوى لهذا الربط الذى سيدفع الامــه العربيــه الى الامام فى مجال الطاقه الكهــربيه انتاجــا واستهلاكا واستثمارا بالاضــافه الى المحافظه على المخــزون السلعى فى باطن الارض العربيــه لمجابهه القــرن القادم وتحدياته التى ينتظرها الجميع .

١ـ٦ :منحنى التحميل الزمنى LOAD DURATION CURVE

يعتبر منحنى التحميل الزمنى والذى يتم فيه القراءات الموجوده فعلا فى منحنيات الاحمال اليوميه الى شكل أخر منها بحيث يتحول المحور الزمنى الى مجموع ساعات التشغيل بدلا من الزمن وهو مــا يعبر عن الكميات الزمنيه لتشغيــل قدره محدده فى الشبكه او فى الموقع تبعــا لنوعيه منحنى الحمل الاصلى وعما يرمــز اليــه وبذلك يتحول الى شكل بيــانى سهل الفهم والدراســه كما هو مــوضح فى الشكل رقم ١-١٦ حيث نرى المحــور الافقى ممثــلا لعدد ســاعات التشغيل على مــدار اليوم الواحــد بينما يمثل المحور الافقى كميــات الطاقه المستهلكه تبعا لمنحنى الاحمال الاصلى .



الشكل رقم ١ـ١٦: منحنى التحميل الزمنى

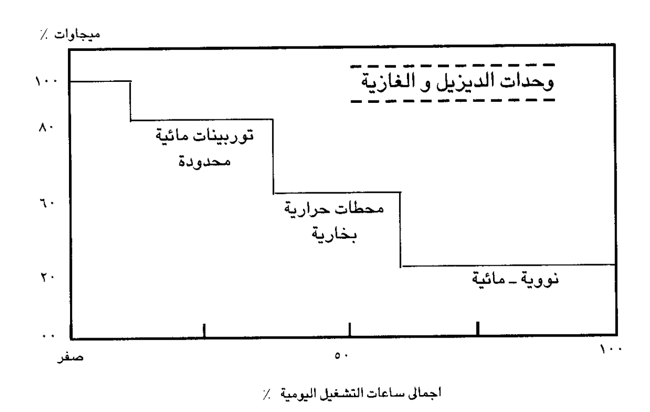
بمشاهده الشكل العام لهذا المنحنى (الشكل رقم ١-١٦) نرى ان القــاعده فيه عباره عن مستطيل يمثل الطاقــه المستهلكه طوال الاربعه وعشرين ســاعه يوميــا بينما الجزء الاعلى

منه يأتى الطاقـه المستهلكه فى عدد اقل من اليوم ذاته الى ان نصـل الى قمه المنحنى والتى تعبر عن فتره الحمل الاقصـى فى منحنى الاحمال الاســاسـى وهى تحدد الفتره الزمنيــه للتشغيل اليـومى على القيمه القصـوى للاحمال وهكذا يكون الاعتماد على التكلفـه وبذلك يتم حصر النوعيات الملائمـه لكل من الحمل الاساسى او الاقصى كما هو مبين فى الجدول رقم ١ـ١ حيث يعطى حصرا على سبيل المثال بعضا من الاسس المستخدمه فى هذا النطاق

الجدول رقم ١ـ١ : اطار الاستعانه با لمحطات المختلفه لانتاج الطاقه

نوعية المحطة	مكان الاستعانة بها	معامل التحميل
النوويه	الحمل الاساسى	أكثر من ٨٠٪
مائية (انهار)	الحمل الاساسى	
مائية محدوده التخزين	حمل اقصى	
بخارية	حمل اساسى + اقصى	٤٠ ـ٨٠٪
غازية	الحمل الاقصى فقط	اقل من ٢٠٪
ديزل	الحمل الاقصى فقط	اكبر من ٢٥٪

بعـد تفهم هذا المدلول لشكل المنحنى تظهـر الاهميه لهذا المنحنى بجـلاء حيث يتضح ان المستفيـد منه هو من يقـوم بعمليـه انتـاج الطاقـه ذاتها وحتى يستطيع تحديد الوحـدات الكهربيه اللازمـه لتغطيه كل جزء من المنحنى بجانب الكميـه المطلوب تغطيتها عند الحمل الاقصى واى الوحـــدات يسند لها هذا الدور وعلى هذا يقـــوم المتخصصـــون فى التشغيل بعمليه تقسيم هذا المنحنى الى خطوط افقيه متتابعه تبعا لقيمه الوحدات التى سوف تغطى هذا الجزء وما يستلزم من استبعاد الوحدات فى الصيانه او تلك التى لم يتم تشغيلها بعد . جدير بالذكـر هنا ان الاختيار للوحدات يجب ان يتبع القاعده الاقتصــاديه لسريان الطاقه فى الشبكه الموحـده حتى تنخفض التكلفـه الى ادنى مستـوياتها وتحقق الغـرض من هذه الشبكه الكهـربيـه ويكون ذلـك اعتمادا على هذا المنحنى البسيط فى الشكل الكبير فى الاداء كما انه من الضرورى الاشاره الى انه يلزم الاعتماد على المحطات الهيدروليكيـه فى القاعده الثـابتـه يوميا وحتـى يكون التسعير لتكلفه الطاقـه فى اقل مستـوى ممكن ويضـاف الى هذا التكلفه البسيطه لانتاج الطاقه من خـلال المحطات النوويه الا اننا لم نتجه اليها حتى الان ولهذا نجد من الضروره النظر الى منحنى التحميـل السنوى كما سبق الاشاره ليكون موضحا اكثر لملاءمه اختيار المحطات الكهربيه المناسبه (الشكل رقم ١ـ١٧) .



الشكل رقم ١ـ١٧ : منحنى التحميل الزمنى

يظهر من الرسم ان القاعده الاساسيه لتوليد الطاقه تعتمد على الطاقه الرخيصه انتاجيا مثل المحطات المائيه hydro stations او فى بعض الاحيان تكون المحطات النوويه nuclear plants اما الاحمال الاقل تشغيلا من الناحيه الزمنيه فيجب الاعتماد على نفس المحطات الرخيصه هذه الى ان تصل الى الذروه الانتاجيه لها كما انه يمكن تشغيل المحطات المائيه عند الاحمال القصوى بحيث تعمل المحطات المائيه بكامل طاقتها ويتحول الفرق بين الاحمال الكهربيه المطلوبه وكامل الطاقه هذه الى تخزين مائى فى وقت التحميل الخفيف كى يدير التوربينات فى اوقات الحمل الاقصى وهكذا نجد ان المحطات المائيه والنوويه تلعبان الدور الاعظم لانتاج الطاقه الكهربيه فى الشبكات الموحده وفى الحقيقه تحتاج المحطات النوويه كما نراها فى الشكل ١-١٨ (ص : ٢٧) الى مهاره ودقه فى العمل دون التهاون فى اى مدى من امور التشغيل والوقايه والصيانه .

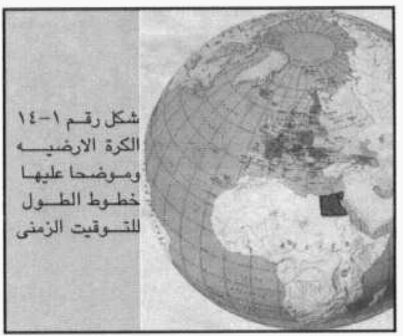
على المحور الثانى نجد ان الطاقه المائيه يمكن ان تتحول الى طاقه ضغط مائى باستخدام الطلبمات لرفع المياه الى مستويات عاليه فوق التوربينات لتقوم بنفس العمل السابق بدلا من البحيره المخصصه للتخزين وقد يستجد من الاساليب ماهومبتكر ليفوق الموجود حاليا اما من الناحيه الرئيسيه فتعتمد الاحمال القصوى على وحدات الديزيل او الوحدات الغازيه لما تتميز به من سرعه تشغيل فى البدايه بالنسبه الى غيرها من المحطات الحراريه ولكنها معيبه بالتكلفه العاليه من جهه الوقود اللازم للتشغيل علاوه على انخفاض معامل التحميل السابق الاشاره اليه لهذه الوحدات حيث انها تعمل فى فترات الحمل الاقصى فقط ، ويضفى الجدول رقم ١ـ٢ الضوء على بعض المقارانات اللازمه لهذه الاختيارات .

الجدول رقم ١-٢ : بيان ارشادى للمقارنه بين محطات التوليد المختلفه

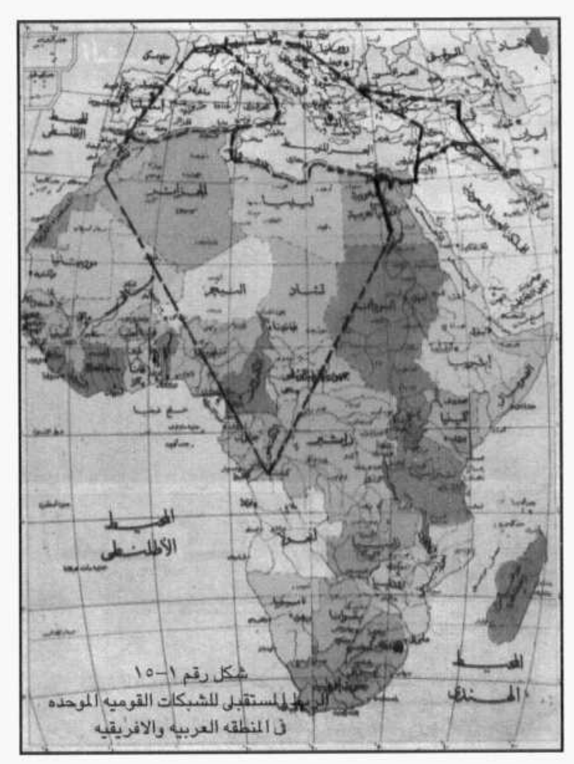
بيان للمقارنة	نوعية المحطه			
	نووية	مائية	حرارية	ديزل
و قت الانشاء / سنة تكلفة/كيلووات٪ تكلفه ثابته/ س تكلفه الطاقة ٪	١٠ ٢٥ ١٥ ٢	١٠ ١٥_٤٠ ١٠ ١	٤ ١٠-١٥ ١٣ ٣	قصيرة جدا ١٥ – ٢٥ ١٥ ٢٠
تكلفه الوقود	قليل	مهمل (صغير)	مرتفع	غالى جدا
ثمن نقل الوقود	منخفض	صفر	باهظ الثمن	اعلى من نووية اقل من حرارية
الصيانة	مرتفعه	منخفضه	اعلى من الديزل قرب النووية	منخفضه نسبيا
تكلفه توزيع	قليله	عالية جدا	منخفضه عموما	صفر
البساطه	معقده	بسيطه	متوسطه	بسيطه
التلوث البيئى	النفايات	نظيفة	تلوث بيئى	قليلة التلوث
مجال الاستفادة	الحمل الاساسى	اساسى و اقصى	الاساسى عادة	الاقصى/منطقة
الاعتمادية	معقولة	جيدة	معقوله نسبيا	اقل
المكان	صغير	كبير لاقامة السد	اكبر من الديزل اقل من المائية	صغير جدا
الموقع	قرب مركز احمال	منسوب مناسب	قرب الوقود	اى مكان
قدره الوحده (ميجاوات)	ضخمه	كبيرة	غازية: ٣٠/١٠ بخارية: اكبر	صغيرة اقل من ٥ ميجا



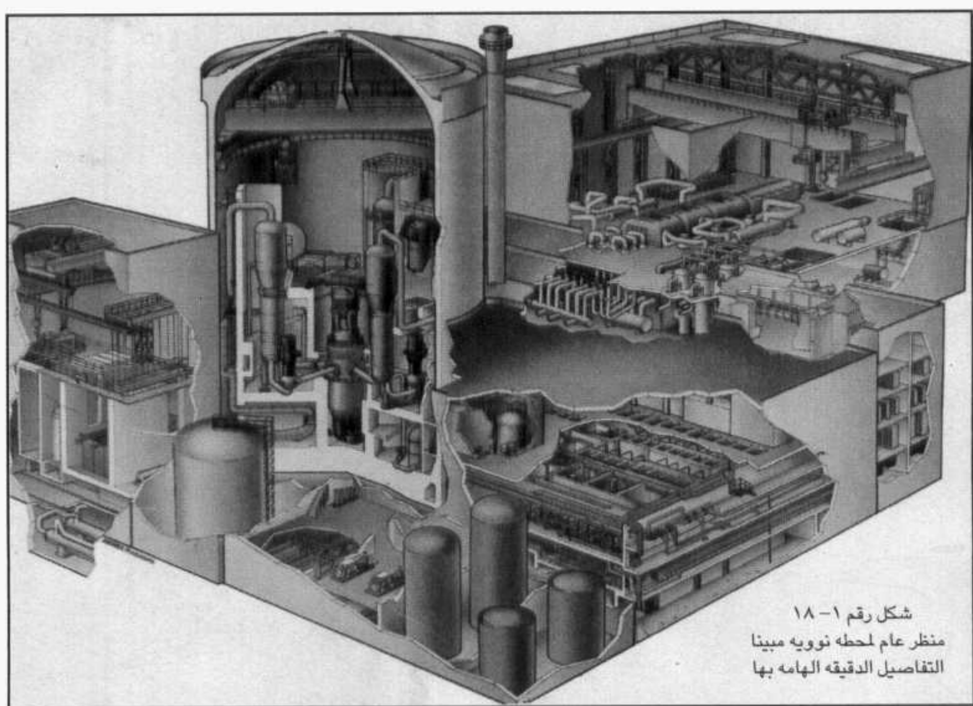
شكل رقم ١-١٢
المكثفات المستخدمه لتحسين معامل القدره



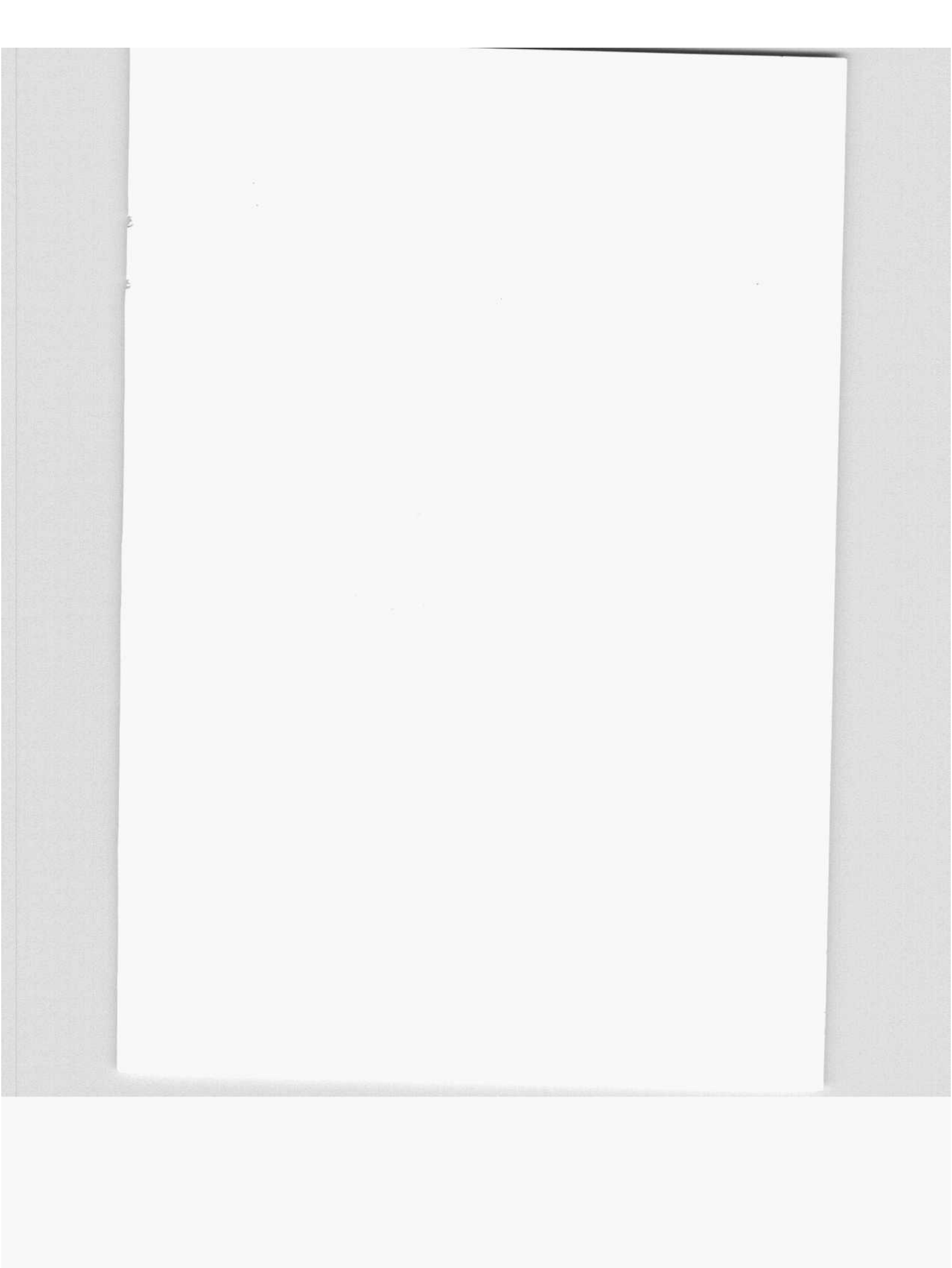
شكل رقم ١-١٤
الكرة الارضيــه
وموضحا عليهـا
خطـوط الطــول
للتــوقيت الزمنى



شكل رقم ١-١٥
الربط المستقبلى للشبكات القوميه الموحده
فى المنطقه العربيه والافريقيه



شكل رقم ١- ١٨
منظر عام لمحطه نوويه مبينا
التفاصيل الدقيقه الهامه بها



الفصل الثانى

تطبيقات عدديه لدراسه الاحمال

NUMERICAL APPLICATIONS FOR LOAD STUDY

نحتـاج الى المزيد من الشرح والايضاح لمعنى منحنيـات الاحمال الكليه جنبـا الى جنب مع الاحمال القياسيـه خاصه مع النمـو المتزايد فى التقدم العلمى وتأثيره المبـاشر على الحياه البشريه وانعكاس ذلك على السلوكيـات الفرديه والمجتمعيـه واحيانا الصناعيه فقـد يأتى باحمال قياسيه جديده مع المستقبل القريب نكون قد اهملناهامن قبل الاانه من الضرورى فتح الباب على مصراعيه لـدراسه وتحليل الاحمال سواء كانت تلك القيـاسيه او الاجماليه اليوميه اما بالنسبه للاحمال السنويه فقد نكتفى بما سبق تسجيله فى الفصل الاول .

والى مزيد من التنوع فإن الاحمال القياسيه هى تلك المحدده والمعروفه على مدار السنوات الطويله الماضيـه اما عن الاحمال اليوميـه فنجد منهـا المعتاد والمتوسـط ولكن فى الحقيقه تختلف هذه المنحنيـات ايضـا من فصل الشتـاء عنه فى الصيف الحار وكـذلك الفصـول الاخـرى بالسنه ولكننا هنا لنبين معنى هذه المنحنيـات والتى لا تقف امـامنا سـاكنه بلا حـراك بل انها تتكلم وتشير وتقـول مـا يجب ان نعيـه وندرسـه ونتـدراسـه لاستكمال الاستفاده منها وترشيد الطريق امـام المتخصصين للحصول على اكبر معدلات للاستفاده منها ومن الشبكه الكهربيه ككل .

نحن الان بصدد دراسه عدديه لمفهوم الاحمال الكهربيه السابق شرحها فى الفصل السابق حيث نأخذ بالتحليل والدراسـه ما يعنيه كل مـا جاء من احمال نمطيه او معامـلات تقنيه لفهم وتفهم الاحمال الكهـربيـه من اجل الوصـول الى افضل سبـل لتصميم المحطات الكهربيـه بكافه انواعهـا والشبكات على وجه العموم كما ندخـل الى الموضوع من عناصره الاساسيه لمعـرفه تأثير التداخل المتواجد بين النوعيـات المختلفه من الاحمال النمطيه ومن ثم كيفيه التـوصل الى معنى وقيمه معـامل القدره لهذه المنحنيـات سابقـه البيان بل والى كيفيه التوصل الى وسائل التحسين العديدة اذا امكن ذلك .

يجدول الرقيم ٢ـ١ الارقـام العدديه بالنسبـه المئويه لكل منهم على حده منسـوبا للحمل الاقصى الذى يخصـه ومقدما الاحمال النمطيـه كمرجعـا لكل ما هو آت من امثله عـدديه وهو يطابق مـا تم شرحه فى الفصل الاول وذلك على مـدار الاربعه وعشرين ساعه باداء من منتصف الليل (الساعه الثانيه عشر ليلا) وهى مـا تقدم على انها الساعه صفر فى غالبيه المراجع .

الجدول رقم ٢ـ١ : الاحمال النمطيه موزعه على الساعات اليوميه

ساعه	احمـــــــــــــــــــــال (٪)					
	اضاءه	محركات	كيميائية	خدميه	استهلاكيه	صناعية
١٢	٣٣	٣٠	٨٠	٨٠	٢٢	٢٥
١	٣١,٥	٣٠	٨٠	٨٥	٢٢	٣٢
٢	٣٠	٣٠	٨٠	٨٥	٢٢	٣٠
٣	٢٥	٣٠	٩٠	١٠٠	٢٠	٣٥
٤	٢٠	٣٠	٩٠	١٠٠	١٨	٤٤
٥	٢٠	٣٠	٩٠	١٠٠	١٨	٥٢
٦	٣٠	٣٠	١٠٠	١٠٠	٢٥	٦٦
٧	٣٠	٣٠	١٠٠	١٠٠	٤١	٦٦
٨	٣٠	١٠٠	١٠٠	٩٠	٦٣	٧٥
٩	٣٠	١٠٠	١٠٠	٧٥	٨٦	٩١
١٠	٣٠	١٠٠	١٠٠	٦٠	١٠٠	٩٥
١١	٣٠	١٠٠	١٠٠	٦٠	٩٧	٩٣
١٢	٣٠	١٠٠	١٠٠	٦٠	١٠٠	١٠٠
١	٢٧,٥	١٠٠	٩٥	٦٠	٩١	٩٨
٢	٢٥	١٠٠	٩٠	٦٠	١٠٠	٩٨
٣	١٨	١٠٠	٩٠	٦٠	٩٣	٩٦
٤	١٨	٦٠	٩٠	٦٠	٨٤	٩٥
٥	٣٥	٧٠	١٠٠	٦٠	٧٠	٩١
٦	٥٣	٧٠	١٠٠	٦٥	٦١	٨٣
٧	٧٠	٧٠	١٠٠	٧٠	٥٥	٧٦
٨	١٠٠	٧٠	١٠٠	٨٠	٥٢	٦١
٩	١٠٠	٧٠	٩٧,٥	١٠٠	٤٤	٥٧
١٠	٩٠	٧٠	٩٥	١٠٠	٣٢	٤٢
١١	٦٨	٧٠	٩٠	١٠٠	٢٨	٣١
١٢	٣٣	٣٠	٨٠	٨٠	٢٢	٢٥

٢ـ١ :تقدير رقمي للاحمال النمطيه STANDARD LOADS

بعد ما تم استعراض الاعداد الممثله للاحمال النمطيه فى الجدول رقم ٢ـ١ نجد ان منحنى الحمل الشامل يأتى من تجميع هذه الاحمال النمطيـه معا فى منحنى واحد ولكنه لابد وان يكون معروفـا او محددا ماهى نسبه كل من هذه الاحمال النمطيـه داخل المنحنى اليومى الكامل وهو مـــا يمكن ان نضعـــه فى شكل الجدول رقم ٢ـ٢ حيث نرى النسبـــه المئويه للاحمال النمطيـــه من الحمل الاقصـــى الاجمالى كما انه امعـــانا للشرح نلجأ الى عـــرض ودراسه عددا مختلفا من الحالات المتباينه من حيـث نسبه تواجد الاحمال القياسيه داخل الاحمال الاجماليه وما يؤثر به فى الشكل العـام وهو ما سوف يتضمنه ايضا الجدول رقم ٢ـ٢ بحيث يعطى النسبه المئويه للاحمال القياسيه لكل من الحالات محل البحث هنا .

الجدول رقم ٢ـ٢ : النسبه المئويه للاحمال النمطيه داخل الاحمال الفعليه اليوميه فى جميع الحالات التى سوف تطرح للدراسه

الحاله	احمـــــــــــال (٪)					
	اضاءه	محركات	كيميائية	خدميه	استهلاكيه	صناعية
الاولى	١٥	١٠	٢٠	٢٠	٢٥	١٠
الثانية	١٠	٢٠	١٥	١٥	٢٥	١٥
الثالثة	١٥	٣٠	١٥	١٢	٨	٢٠
الرابعة	٢٥	٣٥	١٠	١٥	٥	١٠
الخامسة	٢٤	١٢	٢٤	١٥	١٥	١٠
السادسه	٢٠	١٥	٥	٣٠	٢٥	٥
السابعه	٢٠	١٠	١٥	١٠	٣٠	١٥
الثامنه	١٠	٣٥	١٢	١٣	٢٠	١٠

بعد هذه المقدمه البسيطه والعرض السهل للموضوع اصبح واجبنا دراسه الحالات المختلفه ثم المقارنه بينها لتحديد وايضاح مدى تأثر المكونات الرئيسيه فى منحنى الاحمال تأكيدا على اهميه منحنى الاحمال فى التصميمات الكهربائيه وكذلك التشغيل سواء كان ذلك بالنسبه للشبكات الرئيسيه او لشبكات التوزيع الصغيره والكبيره منها وهى فى الحقيقه تعبر عن العامود الفقرى للعمليه الاستغلاليه للطاقه الكهربيه بالسبل والوسائل الصحيحه وسوف يتم ذلك بالتحليل والبحث للحالات الثمانيه المتباينه طبقا لما هو وارد فى الجدول رقم ٢ـ٢ حيث نرى توزيعات متباينه لنسبه تواجد الاحمال القياسيه فى كل منها مشيرا الى امكانيه الاستعانه بهذه الدراسه لتفهم جوهر العمليه التحميليه اليوميه فى المدن او القرى او فى المجتمعات العمرانيه الجديده .

اولا : الحاله الاولى

من هذا الجدول يمكننا حساب القيمه الفعليه با لميجاوات (M W) او الميجافار (MVAR) اذا ما تحددت قيمه القدره الكليه المطلوبه ويعبر عنها بالمائه فى هذا الجدول وعلى سبيل المثال اذا ما اعتبرناها ٤٠٠ ميجاوات فنحصل على القراءات المستنتجه فى الجدول رقم ٢ـ٣ لكل من الاحمال النمطيه ولكنها ليست بالنسبه المئويه بل بالقيمه الفعليه لكل منها با لميجاوات .

الجدول رقم ٢-٣: الاحمال النمطيه با لميجاوات موزعه على الساعات اليوميه

ساعه	احمـــــــــــــــــــال (بالميجاوات)						
	اضاءه	محركات	كيميائية	خدميه	استهلاكيه	صناعية	اجمالى
١٢	١٩,٨	١٢	٦٤	٦٤	٢٢	١٠	١٩١,٨
١	١٨,٩	١٢	٦٤	٦٨	٢٢	١٢,٨	١٩٧,٧
٢	١٨	١٢	٦٤	٦٨	٢٢	١٢	١٩٦
٣	١٥	١٢	٧٢	٨٠	٢٠	١٤	٢١٣
٤	١٢	١٢	٧٢	٨٠	١٨	١٧,٦	٢١١,٦
٥	١٢	١٢	٧٢	٨٠	١٨	١٧,٦	٢١١,٦
٦	١٨	١٢	٨٠	٨٠	٢٥	٢٠,٨	٢٣٥,٨
٧	١٨	٤٠	٨٠	٨٠	٤١	٢٦,٤	٢٨٥,٥
٨	١٨	٤٠	٨٠	٨٠	٦٣	٣٠	٣١١
٩	١٨	٤٠	٨٠	٧٢	٨٦	٣٦,٤	٣٣٢,٤
١٠	١٨	٤٠	٨٠	٦٠	١٠٠	٣٨	٣٣٦
١١	١٨	٤٠	٨٠	٤٨	٩٧	٣٧,٢	٣٢٠,٢
١٢	١٨	٤٠	٨٠	٤٨	١٠٠	٤٠	٣٢٦
١	١٦,٥	٤٠	٧٦	٤٨	٩١	٣٩,٢	٣١٠
٢	١٥	٤٠	٧٢	٤٨	١٠٠	٣٩,٢	٣١٤
٣	١٠,٨	٤٠	٧٢	٤٨	٩٣	٣٨,٤	٣٠٢,٢
٤	١٠,٨	٢٨	٧٢	٤٨	٨٤	٣٨	٢٧٦
٥	٢١	٢٨	٨٠	٤٨	٧٠	٣٦,٤	٢٨٣
٦	٣١,٨	٢٨	٨٠	٥٢	٦١	٣٣,٢	٢٨٦
٧	٤٢	٢٨	٨٠	٥٦	٥٥	٣٠,٤	٢٩١,٥
٨	٦٠	٢٨	٨٠	٦٤	٥٢	٢٤,٤	٣٠٦,٥
٩	٦٠	٢٨	٧٨	٨٠	٤٤	٢٢,٨	٣١٢,٨
١٠	٥٤	٢٨	٧٨	٨٠	٣٢	١٦,٨	٢٨٦,٨
١١	٤٠,٨	٢٨	٧٢	٨٠	٢٨	١٢,٤	٢٦١

اما عن القيمه الكليـه للقدره الفعلـيه الفعـاله ACTIVE POWER يتم الحصـول عليـها من حاصل جمع كل القدرات الفعليه للاحمال النمطيه كما وجدت فى الجـدول رقم ٢-٣ بينما اننا بهذا الوضـع لم نحصل على القدره الكليه M V A لان ذلك يعتـمد على معـامـل القدره المحدد فى الفصل الاول (جدول رقم ٢-٤) ويكون من الصعب جدا ايجاد معامل

الجدول رقم ٢-٤: القيمه المتوسطه لمعاملات القدره لكل من الاحمال النمطيه

معامل القدره (٪)						
اجمالى	اضاءه	محركات	كيميائية	خدميه	استهلاكيه	صناعية
—	٨٥	٨٠	٩٥	٧٠	٨٩	٨٠

القدره لكل ساعه على المنحنى الاجمالى للاحمال اليوميه بينما يسهل هذا العمل الاعتماد على مفهوم الاحمال النمطيه حيث انه يتحدد تقريبا قيمه متوسطه لمعامل القدره لكل منها لانها نمطيه الطابع ويكون لها معاملا موحدا على وجه التقريب ولهذا يقدم الجدول رقم ٢ـ٤ القيمه المتوسطه لمعاملات القدره لكل من هذه الاحمال النمطيه القياسيه حتى يمكننا استخدامها فيما بعد للحصول على مزيد من الحسابات من اجل الاستفاضه فى الرؤيه لفهم الاحمال الاجماليه .

هكذا لم تتحدد قيمه هذا المعامل للاحمال الاجماليه لانها ستعتمد على النسبه المئويه لكل من الاحمال القياسيه داخل الاحمال الاجماليه ولكننا سوف نحصل عليها فى الخطوات التاليه فيما بعد حيث ان المطلوب الحصول على القيمه الكليه للاحمال بالوحدات الميجا فولت امبير وهو ما تم حسابه فى الجدول رقم ٢ـ٥ حيث نرى الاحمال الاجماليه (ميجا فار) ايضا والاستنتاج لقيمه معامل القدره زمنيا .

الجدول رقم ٢ـ٥ : انواع الاحمال الكليه اليوميه ومعامل القدره موزعه على الساعات

ساعه	احمـــال		
	كليه(م.ف.أ.)	ظاهرية(م.ف.أ.ر.)	معامل القدرة(٪)
١٢	٢٣٤,٣١	١٢٦,٣٦	٨١,٨
١	٢٤٢,٥٢	١٣١,٩٢	٨١,٥
٢	٢٤٠,٤١	١٣٠,٨٣	٨١,٥
٣	٢٦٢,٦٩	١٤٤,٣٠	٨١,٠
٤	٢٦١,٤١	١٤٤,١٢	٨٠,٩
٥	٢٦١,٤١	١٤٤,١٢	٨٠,٩
٦	٢٨٨,٧٧	١٥٦,٤٦	٨١,٦
٧	٣٤٨,٧٥	١٩٠,٠٠	٨١,٨
٨	٣٧٧,٥٧	٢٠٣,٣٨	٨٢,٢
٩	٤٠٠,٣٨	٢١٢,١٦	٨٣,٠
١٠	٤٠٠,٩٥	٢٠٨,٤٠	٨٣,٨
١١	٣٧٩,٤٨	١٩٣,٩٤	٨٤,٣
١٢	٣٨٦,٣٢	١٩٧,٥٨	٨٤,٤
١	٣٦٩,٢٣	١٩٠,١٢	٨٣,٩
٢	٢٧٣,٣٦	١٩٢,٤٨	٨٤,١
٣	٣٥٩,٥٤	١٨٥,٧٠	٨٤,٠
٤	٣٢٨,٩٣	١٦٨,٧٨	٨٣,٩
٥	٣٣٦,٦٣	١٧٢,٣٦	٨٤,٠
٦	٣٤٠,٩٥	١٧٦,١٥	٨٣,٨
٧	٣٤٨,٤١	١٨١,٤٠	٨٣,٦
٨	٣٧٠,١٥	١٩٤,٧٠	٨٢,٨
٩	٣٧٩,٩٢	٢٠٥,٠٠	٨٢,٣
١٠	٣٤٩,٧٧	١٩٠,٠٠	٨١,٩
١١	٣١٩,٧٤	١٧٥,١٨	٨١,٦

ثانيا: الحاله الثانيه

رجوعا الى الجدول رقم ٢ـ٢ نجد النسبـه المئويه لمكونات الاحمال القياسيه داخل الاحمال الكليـه وهى فى الحقيقـه مختلفـه عن الحاله الاولى حيـث يزيد تواجـد الاحمال الخاصـه بالاضاءه والمحـركات مع ثبات الاحمال الاستخـداميه بينما قلت باقى الاحمال عن الحاله الاولى وان كانت بقيمه قليله ويمكن اعاده الحسابات السابقه بطريقه اخرى حيث نستغل الجدول رقم ٢ـ١ للاحمال القيـاسيـه مع النسبـه المئويه لكل منهم نحصل على النتـائج الوارده فى الجدول رقم ٢ـ٦ حيث القيمه با لميجاوات مباشره .

الجدول رقم ٢ـ٦ : الاحمال النمطيه والكليه با لميجاوات موزعه على الساعات اليوميه

ساعه	احمـــــال (ميجاوات)						
	اضاءه	محركات	كيميائية	خدميه	استهلاكيه	صناعية	اجمالى
١٢	١٣,٢	٢٤	٤٨	٤٨	٢٢	١٥	١٧٠,٢
١	١٢,٥	٢٤	٤٨	٥١	٢٢	١٩,٢	١٧٦,٧
٢	١٢	٢٤	٤٨	٥١	٢٢	١٨	١٧٥
٣	١٠	٢٤	٥٤	٦٠	٢٠	٢١	١٨٩
٤	٨	٢٤	٥٤	٦٠	١٨	٢٦,٤	١٩٠,٤
٥	٨	٢٤	٥٤	٦٠	١٨	٢٦,٤	١٩٠,٤
٦	١٢	٢٤	٦٠	٦٠	٢٥	٣١,٢	٢١٢,٢
٧	١٢	٨٠	٦٠	٦٠	٤١	٣٩,٦	٢٣٦,٦
٨	١٢	٨٠	٦٠	٦٠	٦٣	٤٨	٣٢٠
٩	١٢	٨٠	٦٠	٦٣	٨٦	٥٤,٦	٣٤٦,٦
١٠	١٢	٨٠	٦٠	٥٤	١٠٠	٥٧	٣٥٤
١١	١٢	٨٠	٦٠	٤٥	٩٧	٥٥,٨	٣٤٠,٨
١٢	١٢	٨٠	٦٠	٣٦	١٠٠	٦٠	٣٤٨
١	١١	٨٠	٥٧	٣٦	٩١	٥٨,٨	٣٣٣,٨
٢	١٠	٨٠	٥٤	٣٦	١٠٠	٥٨,٨	٣٣٨,٨
٣	٧,٢	٨٠	٥٤	٣٦	٩٣	٥٧,٦	٣٢٧,٨
٤	٧,٢	٤٨	٥٤	٣٦	٨٤	٥٧	٢٨٦,٢
٥	١٤	٥٦	٦٠	٣٦	٧٠	٥٤,٦	٢٩٠,٦
٦	٢١,٢	٥٦	٦٠	٣٩	٦١	٤٩,٨	٢٨٧
٧	٢٨	٥٦	٦٠	٤٢	٥٥	٤٥,٦	٢٨٦,٦
٨	٤٠	٥٦	٦٠	٤٨	٥٢	٣٦,٦	٢٩٢,٦
٩	٤٠	٥٦	٥٨,٥	٦٠	٤٤	٣٤,٢	٢٩٢,٧
١٠	٣٦	٥٦	٥٧	٦٠	٣٢	٢٥,٢	٢٦٦,٢
١١	٢٧,٢	٥٦	٥٤	٦٠	٢٨	١٨,٦	٢٤٤
١٢	١٣,٢	٢٤	٤٨	٤٨	٢٢	١٥	١٧٠,٢

٢ـ٢ :الاحمال النهائيه FINAL LOADS

بنفس الاسلوب السـابق فى الحاله الاولى نستطيـع بالاستعـانه بمتـوسط معـامل القـدره للحصـول على كميـات الطاقه اليـوميـه فى الوحـدات الاخرى مثل م. و. او القـدره الكليـه

بوحدات م . ف . ا . كما جاءت هذه المعـاملات فى الجدول رقم ٢ـ٤ ونحصل على القراءات الوارده فى الجدول رقم ٢ـ٧ والممثله للقـدره وكذلك معـامل القدره وهذه النتـائج موزعـه على الساعات اليوميه ويمكن رسمها منحنيات احمال بالوحدات الداله عليها .

الجدول رقم ٢ـ٧:أنواع الاحمال الكليه اليوميه ومعامل القدره موزعه على الساعات

ساعه	احمـــــــــــال		
	كليه(ميجا ف ١٠)	ظاهرية(ميجا ف. أ.ر.)	معامل القدرة(٪)
١٢	٢٠٨,١	١١٣,٤٣	٨١,٨
١	٢١٦,٨	١١٩,١	٨١,٥
٢	٢١٤,٦	١١٨,٠٠	٨١,٥
٣	٢٣٣,١	١٣٣,٣	٨١,٠
٤	٢٣٥,١	١٤٦,١	٨٠,٩
٥	٢٣٥,١	١٤٦,١	٨٠,٩
٦	٢٥٩,٧	١٤٢,٣	٨١,٧
٧	٢٨٨,٢	١٥٦,٨	٨٢,١
٨	٣٨٩,٨	٢١٤,٢	٨٢,٠
٩	٤١٨,٩	٢٢٧,٠٠	٨٢,٧
١٠	٤٢٥	٢٢٧,٠٠	٨٣,٣
١١	٤٠٧,٢	٢٤٥,٤	٨٣,٧
١٢	٤١٨,٨	٢١٩,٨	٨٣,١
١	٤٠٠,١	٢١٢,٨	٨٣,٤
٢	٤٠٥,٩	٢١٥,٦	٨٢,٢
٣	٣٩٣,٢	٢٠٩,٧٠	٨٣,٤
٤	٣٤٢,٤	١٨٠,٧	٨٢,٤
٥	٣٤٧,٤	١٧٩,٧	٨٣,٥
٦	٣٤٠,٥	١٧٨,٨	٨٣,٨
٧	٣٥٠	١٨٦,٧	٨١,٩
٨	٣٥٢,٧٥	١٨٢,١٠	٨٢,٢
٩	٢٥٦,٥	١٩٥,٢٠	٨٣,٠
١٠	٣٢٥,٦	١٧٩,٣٠	٨١,٧
١١	٢٩٩,٢	١٦٥,٨	٨١,٥
١٢	٢٠٨,١	١١٣,٤٣	٨١,٨

بمقارنه كلا من الجدولين رقم ٢ـ٧ مع رقم ٢ـ٥ نجـد ان معامل القدره فى الحالتين يتعرض لتغير طفيف فى بعض الاوقـات والتى قـد تكون قليلـه بالنسبـه لعـدد سـاعـات اليـوم الا اننا نرى ان الحمل الاجمالى فى وحده م . ف . ا . يصل فى الحاله الاولى الى ٤٠٠,٩٥ بينما يكون اكبر عن هذا فى الحاله الثانيه حيـث الحمل الاقصى بقيمه ٤١٨,٩ ولنفس القدره ذات الاحتياج الواحد والموحد فى الحالتين وتمت عليه الحسابات كلها الا وهو ٤٠٠ ميجاوات .

فى هذه المره نضع النتائـج النهائيه مـره واحده منعا للتكـرار فنصل الى القراءات الوارده فى

الجدول رقم ٢ـ٨ وبها كل المطلوب مع التغيرات الخاصه بنسبه تواجد الاحمال القياسيه داخل المنحنى الاجمالى بالنسبه للحاله الثالثه .

الجدول رقم ٢ـ٨: االنتائج النهائية لمنحنى الاحمال فى الحاله الثالثه

ساعه	احمـــــال			
	فعاله (ميجا وات)	ظاهرية (ميجا وات ف. ٠,٠١)	كليه (م٠ف ٠١٠)	معامل القدرة
١٢	١٦٩,٢	١١٤,٦	٢٠٦,٦	٠,٨١٩
١	١٧٦,٣	١١٨,٢	٢١٣,١	٠,٨١٦
٢	١٧٣,٨	١١٨,٩	٢١٢,٩	٠,٨١٦
٣	١٦٧,٤	١٠٨,٤	٢٠٤,٦	٠,٨١٨
٤	١٧١,٠	١١١,٥	٢٠٦,٤	٠,٨٢٨
٥	١٧١,٠	١١١,٥	٢٠٦,٤	٠,٨٢٨
٦	١٩١,٦	١٢٣,٧	٢٣٠,٤	٠,٨٣٢
٧	٢٢٧,٩	١٥٦,٤	٢٧٨,٧	٠,٨١٨
٨	٣٢٦,٢	٢٣٠,١	٤٠٠,٧	٠,٨١٤
٩	٣٤١,٥	٢٤٠,٠	٤١٧,٩	٠,٨١٧
١٠	٣٤٢	٢٣٨,٦	٤١٦,٨	٠,٨٢١
١١	٣٣٢,٢	٢٢٩,٤	٤٠٣,٣	٠,٨٢٤
١٢	٣٣٨,٨	٢٣٤,٣	٤١١,٥	٠,٨٢٣
١	٣٢٩,٨	٢٢٨,٧	٤٠١,١	٠,٨٢٢
٢	٣٢٨,٢	٢٢٩,٢	٣٩٩,٥	٠,٨٢٢
٣	٣٢٠,٢	٢٢٣,٨	٣٩٠,١	٠,٨٢١
٤	٢٦٨,٤٨	١٨٥,٠	٣٢٥,٨	٠,٨٢٤
٥	٢٨٩,٠	١٩٦,٥	٣٥٠,٢	٠,٨٢٥
٦	٢٩٢,٨	١٩٨,٤	٣٥٤,٦	٠,٨٢٥
٧	٢٩٨	٢٠١,٢	٣٦١,٣	٠,٨٢٥
٨	٣٠٧,٨٤	٢٠٨,٢	٣٧٣,٤	٠,٨٢٤
٩	٣١٠,٠	٢١٣,٢	٣٧٩,٣	٠,٨١٧
١٠	٢٨٦,٩	١٩٧,١	٣٤٧,٥	٠,٨٢٦
١١	٢٦٠,٣٦	١٨٠,٣	٣١٩,٤	٠,٨١٥
١٢	١٦٩,٢	١١٤,٦	٢٠٦,٦	٠,٨١٩

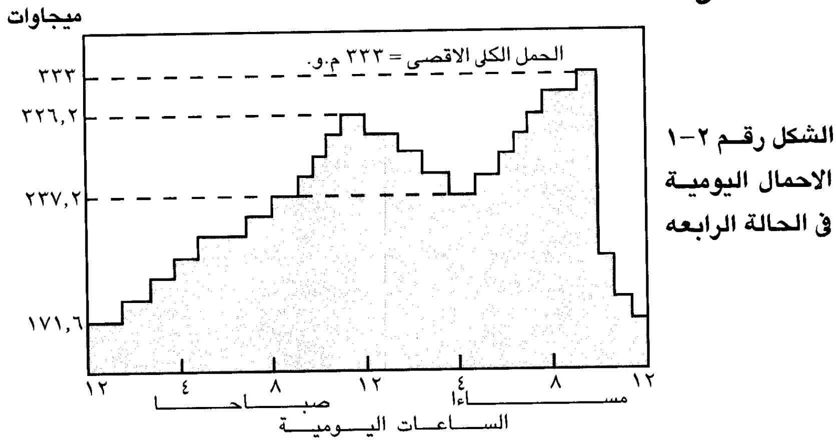
من الجدول رقم ٢ـ٨ نستطيع ان نشاهد التأثير الناتج من تغير مكونات الاحمال الكهـربيه عن الحالتين الســابقتين وفى الحقيقه فـانهم جميعا معـا وبدون انفـراديه يمثلون التواجـد النسبى لمكونات الاحمال والتبـاين الناتج عن اختـلاف نسبــه تكوينهم للاحمال على وجـه العموم ولكن الملاحظ جيدا عدم التاثر الواضح والمثير لاحقا من خلال التحليل والدراسه فى الفقرات التاليه .

٢ـ٣ : انواع منحنيات الاحمال الكليه TYPES OF LOAD CURVES

يرتفع تأثير الاضــاءه والمحـركـات فى هذه الحاله حتى يبين لنا بوضــوح وتأكيـدا لما سبق الحديث عنه ونرى فى هذه الحاله النتــائج على هيئه رسـم تعبيرى عن النتــائج النهائيــه لكل

الحســابات التى اجريت حيث نرى فى الشكـل رقم ٢ـ١ الحمل النهائى للاحمال الفعـاله والتى يظهر فيهـا الحمل الاقصى بقيمه ٣٣٣ ميجاوات فى الســاعه التاسعــه مساءا وهى الذروه الكهربائيه بالنسبه للاحمال .

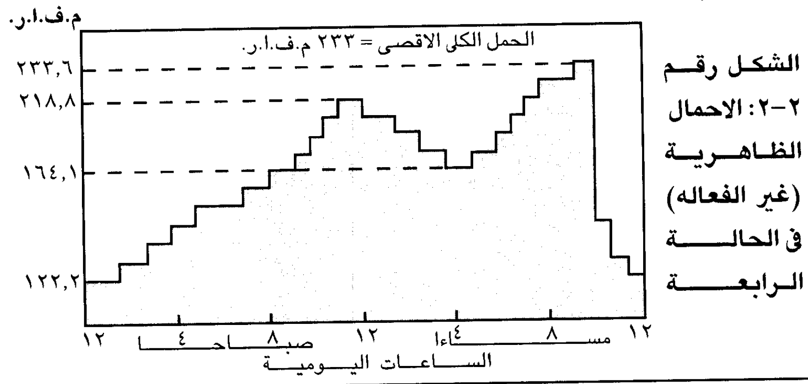
اولا : منحنى الاحمال الفعالة ACTIVE LOAD CURVE



الشكل رقــم ٢-١ الاحمال اليوميــة فى الحالة الرابعه

ثانيا : منحنى الاحمال الظاهريه REACTIVE LOAD CURVE

امـا عن الاحمال الظاهريه وهى الاحمال الضــائعــه فى الشبكه ولها من التأثير السلبى على التشغيل وامكانيــه نقل الطاقــه ما يجعل المتخصصــون فى عمل دائم كى تصل قيمــه هذه النوعيه الحمليــه الى ادنى المستويات ولكننـا لانستطيع التغلب عليها الا من خـلال معالجه تامه لموضوع معامل القدره الســابق ذكره فى الفصل الاول وايضا فى هذا الفصل من خلال القراءات المتباينه للحالات تحت الدراسه ويقدم الشكل رقم ٢ـ٢ منحنى الاحمال الظاهريه للحاله الرابعه.

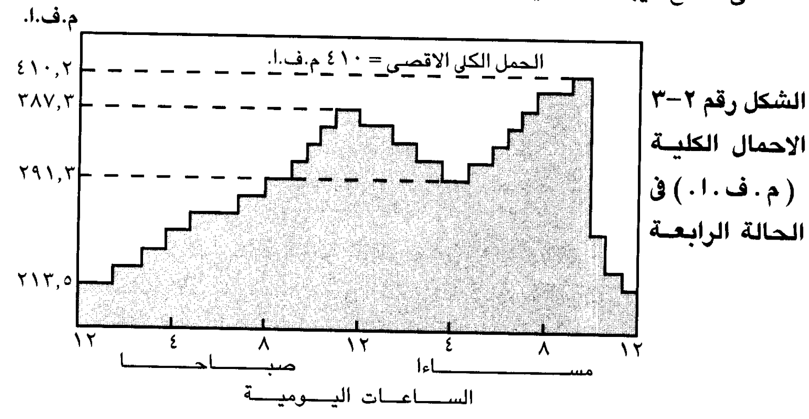


الشكل رقــم ٢-٢: الاحمال الظــاهــريــة (غير الفعاله) فى الحالــــة الــرابعــــة

وجدير بالذكر ان هذا المنحنى مـا هو الا صوره طبق الاصل من منحنى الاحمال الوارد فى الشكل رقم ٢ـ١ مع الاختـــلاف فقط فى مقيـاس الرسم حيث يأتـى الحمل الاقصى لكل منهما فى السـاعـه التـاسعـه مسـاءا ويكون الحمـل الادنى فى السـاعـه الثـانيـه عشره (منتصف الليل) ويكون هناك قيمـه دنيـا فى السـاعه الـرابعه مسـاءا مع الاختـلاف فى وحدات القياس بين الحالتين مع اعتبار التغير فى معامل القدرة طفيفا .

ثالثا : منحنى الاحمال الكليه TOTAL LOAD CURVE

لانتوقف هنا ولكننا نستمر فى عرض المنحنيـات الحمليه بكافه اشكالها حيث يقدم الشكل رقم ٢-٣ منحنى الحمل الكلى للقدره الكليه ووحـداتها تختلف عن الوحدتين السابقتين فى الشكلين رقمى٢-١و ٢-٢وهى وحدات الميجافولت امبيرحيث تكون الاحمال الكليه وهى تلك التى نحتاج اليها عند تحديد قدرات محطات التوليد اللازمه لسد الاحتياجات الحمليه.



الشكل رقم ٢-٣ الاحمال الكليـة (م.ف.ا.) فى الحالة الرابعـة

نلاحظ ايضـا ان الشكل العـام لمنحنى احمال القـدره الكليه مـاهو الا قـريب الشبـه من الشكلين السابقين مع الفارق فى قيمه الوحدات ووحـدات القياس المستخدمه ذلك لان هذه الاحمال الثـلاثه ما هــى الا تعبيرا عن الاحمال ذاتها مع احتسـاب معـامل القـدره الذى تم ادخاله فى الاعتبار لاستكمال الدراسه .

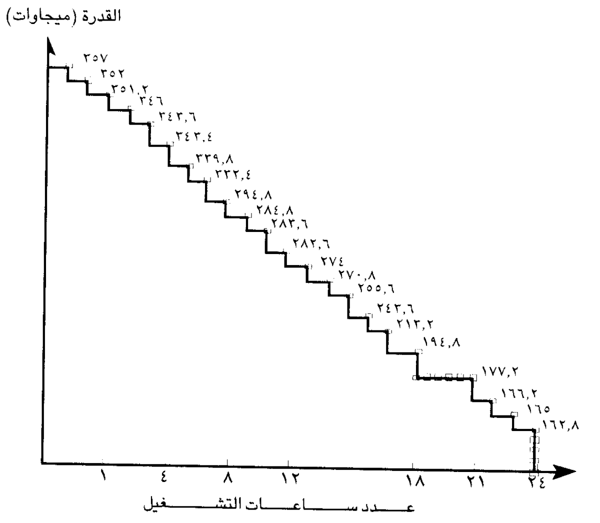
نسـترسل الان فى استكمال هذه الحسـابات لبــاقى الحالات مـره واحـده حيث يجدول الجدول رقم ٢ـ٩ ناتج الحسـابات لقيم الاحمال اليـوميه فى الحالات من الخامسـه وحتى الثامنه والوحدات التى تخص الاحمال الفعاله بالميجاوات .

الجدول رقم ٢-٩: النتائج النهائيه لمنحنى الاحمال فى الحالات المتبقيه (من الحاله الخامسه وحتى الثامنه)

ساعه	احمـــــــال فعاله (بالميجاوات)			
	الحاله الخامسه	الحاله السادسه	الحاله السابعه	الحاله الثامنه
١٢	١٩٤,١	١٨٣,٤	١٥٩,٨	١٦٢,٨
١	١٩٨,٤	٢٠١,٦	١٦٤,٨	١٦٥,٠
٢	١٩٦,٢	٢٠٠,٠٠	١٦٢,٤	١٦٦,٢
٣	٢١٠,٨	٢٠٣,٠	١٧١,٠	١٧٧,٢
٤	٢٠٨,٤	١٩٨,٨	١٧٠,٠	١٧٧,٢
٥	٢٠٨,٤	١٩٨,٨	١٧٠,٠	١٧٧,٢
٦	٢٣٥,٠	٢١٧,٤	١٩٧,٢	١٩٤,٨
٧	٢٥٠,٢	٢٣٦,٢	٢٢٤,٨	٢١٣,٢
٨	٣٠٠,٦	٣٠٢,٠	٢٨٤,٦	٣٣٢,٢
٩	٣١٤,٨	٣١٦,٢٠	٣١٧,٨	٣٥٢,٠
١٠	٣١٥,٨	٣١٣,٠٠	٣٣١,٠	٣٥٧,٠
١١	٣٠٤,٢	٢٩١,٦	٣٢٠,٠	٣٤٦,٠
١٢	٣٠٨,٨	٢٩٦,٠	٣٢٨,٠	٣٥١,٢
١	٢٩٥,٤	٢٨٣,٦	٣١١,٠	٣٣٩,٨
٢	٢٩٣,٦	٢٨٩,٦	٣١٦,٨	٣٤٣,٦
٣	٢٨١,٨	٢٧٦,٦٠	٣٠١,٦	٣٣٤,٤
٤	٢٥٦,٨	٢٤٣,٤	٢٧٤,٢	٢٧٠,٨
٥	٢٧٧,٦	٢٥٠,٢	٢٧٨,٦	٢٨٣,٦
٦	٢٨٩,٣	٢٦٠,٠	٢٧٩,٤	٢٨٢,٦
٧	٣٠٢,٢	٢٧٢,٢	٢٩٢,٦	٢٨٤,٨
٨	٣٢٠,٢	٣٠٢,٢٠	٢٩٩,٠	٢٩٣,٦
٩	٣٣٢,٤	٣١٦,٩٠	٢٩٣,٥	٢٩٤,٨
١٠	٣٠٧,٢	٢٩٣,٤٠	٢٦٠,٦	٢٧٤,٠
١١	٢٧٤,٤	٢٦٨,٦	٢٢٨,٦	٢٥٥,٦
١٢	١٩٤,١	١٨٣,٤	١٥٩,٨	١٦٢,٨

رابعا : منحنى الاحمال التزامنى DURATION LOAD CURVE

اخيرا نصل الى الاحمال التـزامنيـه والتى عـاده ينبثق منهـا اسلوب عمل مـراكـز التحكم المختصه لتحديد اى الوحدات داخل المحطات تتحمل العبء ومتى يكون ذلك او ايه محطه تقـوم بهذا وتغطى الاحمال سواء كـانت القاعـده التحميليه او الذروه وعلى هذا نجـد من الضرورى احتساب هذا النوع من المنحنيات لتغطيـه الدراسه المطلوبه فى هذا الشأن ومن ثم نرى فى الشكـل رقم ٢-٤ منحنى التحميل الزمنى لاحـد الحالات الثمانيــه وقــد تم احتســابها للحاله الثـامنه (الاخيره) لتكون مثالا عـدديا يوضح كيفيـه الحصول عليـه واهميته .



الشكل رقم ٢-٤ : منحنى التحميل الزمنى للحالة الثامنه

بمساعده هذا المنحنى التحميلى يمكننا ان نحـدد ايه وحدات مطلوبه للتركيب داخل المحطه المختصــه وكذلك عـدد الساعـات التشغيليه المنوطه بها ونوعيتهـا ان كان هناك امكانيـه الاختيار وهذا بالنسبه للمناطق تحت الانشاء بينما يكون ذلك هاما من ناحيه التشغيل فى المناطق التى الحقت بالفعل داخل الشبكه الموحـده او حتى للمناطق التى تخص الامتـداد العمرانى للمدن او القرى .

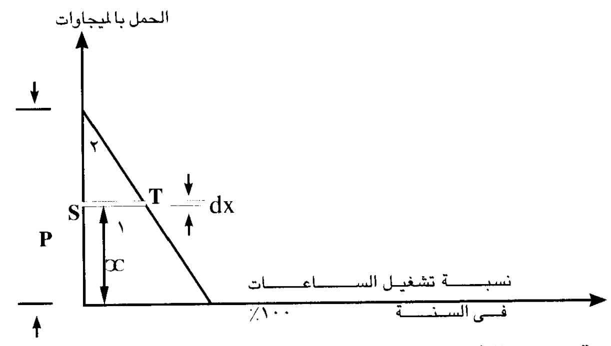
على وجه العمـوم عاده مـا نستخدم وحـدات توليد الديزل فى تغطيـه احمال الذروه وذلك لانها تتميـز بامكانيـه تشغيلهـا او بدأ تشغيلهـا بسرعـه مقـارنه مع غيرها من المحطات الاخرى وتكون ملاءمه لمثل ظروف الحمل الاقصى (الذروه) غير ان هذه العمليه تخضع ايضا للظروف والقواعد الاقتصاديه .

خامسا : توزيع الاحـمـــال بين الـذروه والقاعـده

SHARING BETWEEN BASE AND PEAK LOADS

تخضـع عمليـه توزيع الاحمال بين المحطات كى تغطى بعضها الذروه والاخـرى للقاعـده للاسس الاقتصاديه لتكلفه انتاج الطاقه الكهـربيه وهو ما يعتمد على الشكل العام لمنحنى الحمل التزامنى load duration curve والذى نراه فى الشكل رقم ٢-٥ حيث يأخـذ الشكل المبسط ويتم توزيع الاحمال بين القاعده والذروه من خـلال منظومه التفاضل الرياضيه لتغطى المحطه الاولى الحمل الاساسى (القاعده) بينما تغطى المحطه الثانيه حمل الذروه او منطقه حمل الذروه وبأخذ شريحه بعمق dx وبطول ST حتى نستطيع احتساب المعادله

الرياضيه التى تعبر عن تكلفه انتـاج الطاقه ككل ومن ثم يمكننا الحصـول على الحل الامثل لهذه المسـأله .



الشكل رقم ٢-٥ : الشكل العام للمنحنى التزامنى و توزيع الاحمال بين المحطات

تكلفه انتاج الطاقه الكهربيه تعتمد اساسا على محورين هما :

١- محور تكلفه رأس المال :

انه المحور الذى يعتمد على تكلفه المنشآت والمحطات والخطوط والمساعدات وكل ما يجب اقامتـه مره واحده وهو ما نمثله فى العمليـات الاقتصـاديه بانه الجزء المتعلق بقيمه القدره الثابته وهو M W ويدخل فى تكلفه انشاء المحطه .

٢- محور تكلفه التشغيل والصيانه والاحلال والتطوير :

هو المحور الذى يعتمـد على تكلفه تشـغيل المحطه ومـايتطلبه من اجـراء صيانه او متابعه او تبـديل او تجديد معدات او غير ذلك من الامور المعروفـه وهذا ما يمكننا التعبير عنه بالطاقـه المنتجه بوحـدات M W H او اجـزائها او مضـاعفـاتها وهـى وحدات ميجاوات ساعه وهـى تدخل كجزء أخر فى تكلفه انتاج الطاقه المطلوبه .

من خـلال هذين المحورين يمكننا وضـع المعـادله الرياضيه التى تعبر عن تكلفـه تشغيل المحطه الكهربيه فى شكل عام هو :

$$\text{cost of station} = A \times MW + B \times MWH$$

حيث ان الثابتين (A,B) يعبران عن التكلفه لكـل من الجزءيـن بالجنيـه المصـرى وهكذا يمكننا التعبير عن المحطتين اللتين سـوف تدخلان للمفـاضله لايهما يكون التشغيل وقت الذروه فتكون على النحو التالى :

المحطه الاولى تخضـع للمعادله :

$$\text{cost of station} = A \times MW + B \times MWH$$

بينما تتبع المحطه الثانيه الصيغه الرياضيه :

$$\text{cost of station} = C \times MW + D \times MWH$$

بشرط الا يكون كلا الثابتين للمحطه الواحده اعلى من الاخرى تماما وباعتبار ان P هى اقصى حمل متاح كسعه للمحطه بوحدات ميجاوات كما هو مبين على الرسم بينما x تعبر عن الحمل الاقصى للمحطه رقم ١ ولكن مجموع الطاقه المنتجه بوحدات ميجاوات ساعه تصبح z واخيرا نعطى الطاقه المولده من المحطه رقم ١ الرمز y وهكذا تكون قيمه الحمل الاقصى للمحطه رقم ٢ هى ($P - x$) والطاقه المنتجه منها هى ($z - y$) وعندئذ نستطيع كتابه المعادله .

$$dy = dx \times \text{length of strip}$$

وهذا ما يمكن صياغته ثانيه مثل : $dy = dx \times ST$

ثم نحصل على التعبير : $ST = dy / dx$

اما عن التكلفه الكليه لانتاج الطاقه فتكون مجموع التكلفه للمحطتين بالشكل :

$$\text{total cost} = A \times x + B \times y + C(P - x) + D(z - y)$$

منها بالتفاضل يمكننا الحصول على حاله النهايه الصغرى لتكلفه انتاج الطاقه : x

$$d\,\text{cost} / dx = A + B \times dy/dx - C - D \times dy/dx = 0$$

هذا ما نستطيع ان نعيد كتابته فى صوره $A - C = dy/dx\ (D - B)$

و اخير نحصل على الشرط الاساسى الذى يؤكد على حاله التكلفة الاقل على الاطلاق و هى

$$dy / dx = \frac{A - C}{D - B} = ST$$

٢-٤ : الخصائص الفنية للأحمال Engineering Properties of Loads

تنطوى على العديد من الصفات الاساسية و الجوهرية و التى تساعد على فهم منحنى الاحمال فهما صحيحا لأنها منحنيات ليست صامته بل تمثل الكائن الحى الذى يعطى الاشارة الحساسة لما يجب أن نتخذه من اجراءات هندسية هامة لتلافى الاضرار من جهة و الاستفادة من المميزات المتاحة من الناحية الاخرى و لذلك علينا النظر الى هذه المنحنيات بصورة صادقة واعية لتفهم جوهر التحميل و كيفية التغلب على الصعاب و لذلك سوف نتعرض لأهم الخصائص الفنية للاحمال و نوعيتها فى الفقرات التالية .

اولا :معامل القدره POWER FACTOR

نستمر قدما نحو حساب معامل القدره وتغيره اليومى على عدد الساعات وطبقا للفرض السابق لمتوسط هذا المعامل لكل نوعيه من الاحمال القياسيه ونصل الى تلك القراءات التى تضمنها الجدول رقم ٢-١٠ حيث يعطى بيانا واضحا على الاختلاف فى معامل القدره زمنيا على مدار اليوم الواحد بالاضافه الى الرؤيه الشامله لتغيره مع تغير نوعيه الاحمال التى دخلت فى تكوين الاحمال الكليه .

الجدول رقم ٢-١٠: النتائج النهائيه لمعامل القدره زمنيا فى الحالات المتبقيه

ساعه	معامل القدره			
	الحاله الخامسه	الحاله السادسه	الحاله السابعه	الحاله الثامنه
١٢	٠,٨٣٧	٠,٧٧٠	٠,٨٤١	٠,٨١٣
١	٠,٨٣٣	٠,٧٦٢	٠,٨٣٦	٠,٨١٣
٢	٠,٨٣٣	٠,٧٦١	٠,٨٣٥	٠,٨١١
٣	٠,٨٣٠	٠,٧٥٨	٠,٨٣١	٠,٨٠٧
٤	٠,٨٢٩	٠,٧٥٧	٠,٨٢٩	٠,٨٠٧
٥	٠,٨٢٩	٠,٧٥٧	٠,٨٢٩	٠,٨٠٧
٦	٠,٨٣٥	٠,٧٦٥	٠,٨٣٤	٠,٨٢١
٧	٠,٨٣٦	٠,٧٧٢	٠,٨٣٨	٠,٨١٦
٨	٠,٨٣٤	٠,٧٨٤	٠,٨٣٧	٠,٨١٤
٩	٠,٨٣٨	٠,٧٩٤	٠,٨٤٣	٠,٨١٩
١٠	٠,٨٤٣	٠,٨٠٥	٠,٨٤٨	٠,٨٢٥
١١	٠,٨٤٩	٠,٨١١	٠,٨٥٠	٠,٨٢٨
١٢	٠,٨٤٩	٠,٨١٢	٠,٨٥١	٠,٨٢٨
١	٠,٨٤٧	٠,٨٠٩	٠,٨٤٩	٠,٨٢٦
٢	٠,٨٤١	٠,٨١١	٠,٨٤٩	٠,٨٢٧
٣	٠,٨٤٦	٠,٨٠٧	٠,٨٤٨	٠,٨٢٥
٤	٠,٨٤٨	٠,٨٠٦	٠,٨٣٧	٠,٨٢٩
٥	٠,٨٥٠	٠,٨٠٥	٠,٨٤٨	٠,٨٢٨
٦	٠,٨٤٨	٠,٨٠٢	٠,٨٤٧	٠,٨٢٦
٧	٠,٨٤٦	٠,٨٠٠	٠,٨٤٤	٠,٨٢٦
٨	٠,٨٤٤	٠,٧٩٠	٠,٨٤٥	٠,٨٢٣
٩	٠,٨٣٧	٠,٧٨٨	٠,٨٣٩	٠,٨١٦
١٠	٠,٨٣٥	٠,٧٨٢	٠,٨٣٦	٠,٨١٣
١١	٠,٨٣٢	٠,٧٧٦	٠,٨٣٥	٠,٨١٠

كما انه من المتاح احتساب الحدود القصوى والدنيا لمعامل القدره فى هذه الحالات الثمانيه التى تمت دراستها هنا مثل الذى جاء فى الجدول رقم ٢-١١ حيث تتحدد لكل الحالات مع زمن حدوث هذا الحد الاقصى او الادنى مما يجعلنا اكثر فهما لهذا المعامل الهام ليس لمنحنيات الاحمال فحسب بل للتحميل والتشغيل الاقتصادى للشبكات سواء كان فى النقل او توزيع الطاقه الكهربيه او فى احيانا كثيره فى التوليد ايضا .

اما عن اعلى قيمه لمعامل القدره فقد اختلفت وتأثرت بالنسبه المحدده للاحمال القياسيه داخل المنحنى الاجمالى الا ان اكبر قيمه له كانت فى اغلب الاحيان فى منتصف الليل وهى الساعه التى يظهر فيها اقل احمال فعاله (ميجاوات) او احمال كليه (ميجا فولت امبير) ولكننا يجب ان نركز على ان اقل قيمه لمعامل القدره على مدار المنحنى كاملا كانت فى الحالة السادسه دون منازع بينما مثل الحالتين الخامسه والسابعه اكبرقيمه على مداراليوم كاملا.

الجدول رقم ٢ـ١١ : الحدود القصوى والصغرى لمعامل القدره فى الحالات جميعا

حدود المعامل	الحـــــــــــاله							
	اولى	ثانية	الثالثة	رابعة	خامسة	السادسة	سابعه	ثامنه
اكبر معامل	٠,٨٤٤	٠,٨٣٨	٠,٨٣٢	٠,٨١٧	٠,٨٥٠	٠,٨١٢	٠,٨٥١	٠,٨٢٩
زمن و جوده	١٢ظ	٩ م	٦ ص	٧–٨ م	٥ م	١٢ ظهرا	١٢ ظهرا	٤ م
اقل معامل	٠,٨٠٩	٠,٨٠٩	٠,٨١٤	٠,٧٩٠	٠,٨٢٩	٠,٧٥٧	٠,٨٢٩	٠,٨٠٧
زمن وجوده	٤–٥ص	٤–٥ص	٨ ص	٧ ص	٤–٥ص	٤–٥ص	٤–٥ص	٣–٥ص

نشاهد ان معامل القدره يتغير بصفه دينـاميكيه من ارتفاع الى انخفاض مستمر او متقطع حسب الاحوال وتبعا لنسبـه التداخل بين الاحمال القياسيه فى الاحمال الكليـه النهائيه الا انه يعطى اقل قيمـه له فى الساعات الاولى من الصبـاح فى حوالى السـاعه الرابعـه وتستمر حتى الخامسه ، من هذا المنطلق نجد انه يجب علينا التعـرض الى بعض المحاور الاساسيه التى تخص معامل القدره من خلال المحاور التاليه :

عيوب انخفاض معامل القدره Disadvantages of Low P.F.

١ـ ارتفاع تكلفه المحطات اللازمه لتوليد الطاقه الكليه .

٢ـ ضعف امكانيـه التحكم والتدقيق للجهد VOLTAGE REGULATION حيث انه يكون افضل فى الحالات عاليـه معامل القدره فقط لان مثل هذه الامكانيـه تسهل عند الفروق القليله وتصعب كلما زاد الفـارق بين المطلوب الوصـول اليه والقيمـه الحاليـه اللازم تغييرها او تعديلها .

٣ـ زياده كميه الطاقه المفقوده من خلال منظومه نقل الطاقه عبر الخطوط الكهربيه.

٤ـ زياده تكلفه الخطوط لما سوف يستلزمه من كبر مقطع الاسلاك اللازمه لنقل الطاقه .

اسباب انخفاض معامل القدره REASONS OF LOW P.F.

١ـ ارتفاع تيار المغناطيســـيه MAGNETIZING CURRENT فى المحـولات وقت الاحمـــال الخفيفه وهذا يؤدى الى انخفاض معامل القـدره وخصوصا فى حالات شبكات التوزيع الكهربيـه ويتأكد هذا من خـلال القراءات المتاحـه فى الامثله الوارده هنا حيث ينخفض المعامل مع الاحمال القليله.

٢ـ الاعتماد على استخـدام المحـركات التـأثيريه بكثره فى الاستخـدامـات وهى محركـات منخفضـه معامل القـدره كما هو مـوضح فى الحاله الســادسه التى اعطت اقل قيمـه لمعامل القدره .

٣– الاعتماد فى حالات كثيره على المصابيح الشراريه ARC LAMPS مما يزيد من انخفاض قيمه معامل القدره الكلى للاحمال .

كيفيه تجنب انخفاض معامل القدره AVOIDANCE

١- عدم استخدام المحركات التاثيريه بل الاعتماد على المحركات ذات السرعه العاليه منها .
٢- استخدام محسنات الزاويه التحميليه PHASE ADVANCERS مع المحركات التأثيريه دون استثناء.
٣- الاستعانه بالمكثفات التزامنيه SYNCHROUNOUS CONDENSERS فى نقاط تجميعيه للتغلب على الانخفاض الممكن فى اى وقت من التحميل .

اسلوب تحسين معامل القدره IMPROVEMENT

يعتمد تحسين معاملات القدره على عددا من المحاور الاساسيه خصوصا وان الاحمال عاده ما تكون حثيه التأثير ولا يمكننا ان نستخدم دوائر سعويه بكثره والا انقلب الحال الى خطوره على المفاتيح الكهربيه نتيجة ارتفاع قيمة الفجائيات فى هذه الحاله ولذلك يجب ان تكون اضافة المكثفات الى الدائره مقرونه بحدود الارتفاع المصاحب لها فى قيمة الجهود الفجائيه عند اطراف المفاتيح الكهربيه ولكننا من حيث المبدأ نرى اتجاهات اساسيه ومحوريه لتحسين معامل القدره على الجهد ٣٨٠ فولت (الشكل رقم ٢-٦) (ص : ٦١) او على الجهد ١١ك. ف كما تراها فى الشكل رقم ٢-٧ (ص : ٦١) لأحد الاطوار ويمكن تحديد انواعها فى خمس اشكال هى :

١- المكثفات الثابته STATIC CONDENSERS
٢- المكثفات التزامنيه SYNCHROUNOUS CONDENSERS
٣- مقدم الزاويه PHASE ADVANCER
٤- محركات مرتفعه معامل القدره HIGH POWER FACTOR MOTORS
٥- مكثفات تقويه CAPACITIVE BOOSTERS

ثانيا: معاملات منحنيات الاحمال FACTORS OF LOAD CURVES

من المثال الموضح لتأثير نسبة الاحمال القياسيه يمكن حساب الحدود القصوى والدنيا لهذه الاحمال الاجماليه اليوميه كى نتوصل الى مفهوم واضح ومحدد لهذا التأثير ويأتى الجدول رقم ٢-١٢ ببعض من القيم الهامه مع تحديد زمن تواجدها على منحنى الاحمال حيث اصبح جليا ان نسبة الاحمال القياسيه داخل الاحمال الكليه تستطيع ان تغير وقت الذروه التحميليه اليوميه لأنها تنقلب من الساعه العاشره صباحا فى الحالات الاولى والثانيه والرابعه والسابعه الى الثانيه عشره ظهرا فى الحاله الثالثه الى التاسعه مساءا فى الحالتين الباقيتين .

من هذا المنطلق نستطيع ان نحدد شكل الاحمال مسبقا عند التخطيط للمجتمعات العمرانيه الجديده او حتى الصناعيه بحيث نجعل وقت الذروه فى الموعد الذى نتمكن منه فى توزيع القدره على مدار اليوم رافعا المساحه المتاحه تحت المنحنى او مقربا القيمه

الجدول رقم ٢ـ١٢ : الحدود القصوى والصغرى لبعض المعاملات الاساسيه فى كل الحالات

المعامل	الحــــــــاله							
	اولى	ثانية	الثالثة	رابعة	خامسة	السادسه	سابعه	ثامنه
اكبر قدر (MW) زمن حدوثه	٣٣٦ ١٠ص	٣٥٤ ١٠ص	٣٣٨,٨ ١٢ظهرا	٣٨٣ ١٠ص	٣٣٢,٤ ٩م	٣١٦,٩ ٩م	٣٣١ ١٠ص	٣٥٧ ١٠ص
اكبر قدركليه (MVA) توقيت حدوثها	٤٠٠,٩ ١٠ص	٤٢٥ ١٠ص	٤١٧,٩ ٩ص	٤١٠,١٤ ٩م	٣٩٧,٣٤ ٩م	٤٠٢,٢٧ ٩م	٣٩٠,٣ ١٠ص	٤٣٢,٧٥ ١٠ص
اقل قدر (MW) زمن حدوثها	١٩١,٨ ١٢ل	١٧٠,٢ ١٢ل	١٦٧,٤ ٣ص	١٧١,٦ ١٢ل	١٩٤,١ ١٢ل	١٨٣,٤ ١٢ل	١٥٩,٨ ١٢ل	١٦٢,٨ ١٢ل
اقل قدركليه (MVA) توقيت حدوثها	٢٣٤,٣ ١٢ل	٢٠٨,١ ١٢ل	٢٠٤,٦ ٣ص	٢١٣,٥ ١٢ل	٢٣١,٩ ١٢ل	٢٣٨,٤٥ ١٢ل	١٩٠,٧ ١٢ل	٢٠٠,١٦ ١٢ل

المتـوسطه من الحمل الاقصى مما يعنى الاستغـلال الامثل كما نلاحظ ان نسبة التـوزيع للاحمال القيـاسيه فى الحالتين الخامســه والسادســه اعطت الفرصــه على النزول بالحمل الاقصى الى ادنى قيمــه له فى كل الحالات تحت الدراســه وهما مــا يزيد فيهما الاحمال الاضائيـة والخدميه والاستخداميه بالاضـافه الى الكيميائيـه فى الحاله الخامسه عن باقى الاحمال .

لايفوتنا الا نتعـرض للمعاملات الحســابيه التى تحدد صفات وخـواص منحنيات الاحمال كما جـاءت فى الجدول رقم ٢ـ١٢ لكل الحالات الثمانيـه لتـوضح التأثير المبـاشر لنسبه تواجد بعض الاحمال النمطيه على وجـه الخصوص تلك التى تغير من شكل المنحنى نفسه والتى تنقل احيانا نقطه حدوث الحمل الاقصى من مكانه المعتاد .

يلزمنا اضافه عددا من المعـاملات الجديده الى تلك التى ادرجت فى الفصل الاول لانها هامه فى المقارنه لفهم اصل ومعنى المنحنيات التى تمثل الاحمال حيث نقـدم السعه الكليه للقدره وهى ما تعـرف باسم CAPACITY POWER وهى مـا تعنى هنا القيمه المحـدده والموحده لكل الحسابات التى تمت وهى ٤٠٠ ميجـاوات وبالتالى نصل الى قيمه القدره الاحتيـاطيه (RESERVE POWER) بالمعادله :

القدره الاحتياطيه = السعه الكليه – الحمل الاقصى (٢ـ١)

وتمثل هذه القـدره تلك القـدره التى يمكننا ان نعتمـد عليها فى حـالات الحمل فـوق المقنن والذى عاده لايزيد عن ١٠٪ من المقنن ويعنى ارتفاع قيمه القـدره الاحتياطيه لنفس السعه توافر احتياطى اكبر للاعتماد عليه عند الضروره او فى حالات الطوارىء التشغيليه فى بعض الاحوال .

اما عن معـامل السعه فيعبر بوضـوح عن تلك الامكانيه وهو المعـامل الذى يبين قيمه تلك النسبه المئويه فى الزياده مباشره ويجب الا يزيد عن الواحد الصحيح لان الواحد الصحيح

يعبر عن القيمه المقننه للسعه او القدره الكليه لمنحنى الحمل وهذا المعامل (CAPACITY FACTOR) يتبع الصيغه الرياضيه :

$$\text{معامل السعه} = \frac{\text{القدره المتوسطه}}{\text{الحمل الاقصى}} \qquad (٢-٢)$$

نشير الى المعامل الاخر الذى يمثل القدره الاحتياطيه فى صوره مبسطه وهو معامل الاحتياطى (RESERVE FACTOR) وهو ما يستنتج من خلال المعادله :

$$\text{معامل الاحتياطى} = \frac{\text{السعه الكليه}}{\text{الحمل الاقصى}} \qquad (٢-٣)$$

وكذلك فان هذا المعامل لابد وان يزيد عن الوحده وبعد هذا العرض المبسط نلجأ الى حساب هذه المعاملات للاحمال الكليه اليوميه لكل من الحالات الثمانيه كما فى الجدول رقم ٢-١٣ حيث يبين منها امكانيه المقارنه والتمييز بينهم او اختيار الافضل وخاصه فى حالات التخطيط المسبق .

يقدم هذا الجدول المعاملات المختلفه الهامه لرؤيه مدى تحسن الاحمال فى حاله عن الاخرى وخصوصا اننا قدمنا هذه المنحنيات لسعه كليه ثابته بقيمه ٤٠٠ ميجاوات ولنفس الاحمال النمطيه بينما الاختلاف تواجد فى نسبه الاحمال القياسيه داخل المنحنى الكامل ومنه نجد ان القيمه المتوسطه للقدره اختلفت فى كل الحالات وقد تأرجحت بين القيمه الصغرى ٢٥٨ ميجاوات للحاله الثامنه الى اكبر قيمه متوسطه فى الحاله الاولى وهى ٢٧٥,٩ ميجاوات .

اما عن المعاملات الاساسيه نرى ان معامل التشتت قد بدأ بالقيمه ١,١١٣ فى الحاله الثالثه وتزايد فى باقى الحالات حتى اكبر قيمه فى الحاله الثامنه ايضا بمقدار ١,١٣٨ بينما بدأ معامل الاستغلال بقيمه ٠,٧٩ فى الحاله السادسه ووصل الى اكبر استغلال بقيمه ٠,٨٩ فى الحاله الثامنه ايضا وبالنسبه لمعامل التحميل فقد بدأ بقيمه ٠,٧٣٧ فى الحاله الثامنه ووصل الى قيمه ٠,٨٤١ فى الحاله السادسه وهو ما يعبر عن افضل الحالات من حيث التحميل هى الحاله السادسه .

و عن المعاملات المستحدثه فى هذا الفصل نجد ان معامل السعه قد تغير من ٠,٦٤٥ للحاله السابعه و وصل الى ٠,٦٧٨ فى الحاله الثانيه و معامل الاحتياطى تباين قليلا بين ١,١٢ للحاله الثامنه و ١,٣ للحاله السادسه حيث يكون الاحتياطى من القدرة المتاحه اكبر ما يمكن .

الجدول رقم ٢ـ١٣ : المعاملات الاساسية لمنحنيات الاحمال فى كل الحالات الثمانية

المعامل	الحـــــالــه							
	اولى	ثانية	الثالثة	رابعة	خامسة	السادسه	سابعه	ثامنه
الحمل المتوسط (MW)	٢٧٥,٩	٢٧١,١	٢٦١,٣	٢٦٣,٣	٢٧٠,٢	٢٦٦,٦	٢٥٨	٢٦٣,٣
الحمل الاحتياطى (MW)	٦٤	٤٦	٥٨	٦٧	٦٧,٦	٨٣,١	٦٩	٤٣
معامل التحميل	٠,٨٢١	٠,٧٦٦	٠,٧٩١	٠,٧٩١	٠,٨١٣	٠,٨٤١	٠,٧٧٩	٠,٧٣٧
معامل السعه	٠,٦٥٣	٠,٦٧٨	٠,٦٥٣	٠,٦٥٨	٠,٦٧٦	٠,٦٦٧	٠,٦٤٥	٠,٦٥٨
معامل الاستغلال	٠,٨٤	٠,٨٨٥	٠,٨٥٥	٠,٨٣٣	٠,٨٣١	٠,٧٩	٠,٨٣	٠,٨٩
معامل الاحتياط	١,١٩	١,١٣	١,١٧	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,١٢
معامل التثبيت	١,١٤٣	١,٣٧٥	١,١١٣	١,٢٣١	١,٢٠٣	١,٢٦٢	١,٢٠٨	١,١٣٨

ثالثا : التغيرات النوعية للأحمال TYPICAL LOAD CURVES

تختلف الأحمال اليومية لذات الموقع على كافة المحاور وفى كل الأتجاهات فمثلا اذا كنا فى مدينة ذات طابع محدد فيكون الاستهلاك الحملى لاى من ايام الاسبوع مختلفا عن اليوم التالى بل قد يختلف نفس اليوم فى الاسبوع التالى أو الشهر الذى يليه وحتى نعطى تصورا كاملا عن هذا الموضوع نعتبر التغير اليومى للنسبة المئوية للأحمال كما جاءت فى الجدول رقم ٢ـ١٤ حيث يوم الجمعة (يوم الراحة الاسبوعية) يختلف كثيرا عن بقية الأيام كما نشير الى أن يوم السبت هو الحالة الأولى فى الجدول رقم ٢ـ٢ بينما يوم الأحد هو الحالة السابعة بنفس الجدول فى نسبة تواجد الأحمال القياسية فى الحمل الكلى .

الجدول رقم ٢ـ١٤ : النسبة المئوية للأحمال القياسية على مدار الاسبوع

اليوم	الاضاءة	محركات	كيميائية	خدمية	استهلاكية	صناعية
السبت	١٥	١٠	٢٠	٢٠	٢٥	١٠
الأحد	٢٠	١٠	١٥	١٠	٣٠	١٥
الأثنين	١٥	١٥	٢٠	٢٠	١٠	٢٠
الثلاثاء	١٥	١٠	٢٠	٢٠	٢٥	١٠
الأربعاء	١٥	٢٠	٢٠	٢٠	١٥	١٠
الخميس	٣٠	٥	١٥	٣٠	١٥	٥
الجمعة	٢٨	٢	—	٣٠	٤٠	—

واذا كانت الأحمال الكليـة سوف تحسب على ١٠٠ م . ف . أ . فيصبح الجدول رقم ٢ـ١٤ ممثلا أيضـا لتوزيع القـدرة الكلية بوحدات (م . ف . أ .) على نفس الايام بـدلا من الوحدة المئوية (٪) وبالتـالى يصبح الجدول رقم ٢ـ١٥ ممثـلا لأحمال يوم السبت بوحـدات م . ف . أ . وبتكرار نفس الحسابات لبـاقى الأيام نحصل على احمال بقية الايام كما وردت فى الجدول رقم ٢ـ١٦ بوحدات م . ف . أ .

الجدول رقم ٢-١٥ : الاحمال الزمنية ليوم السبت بوحدات (م.ف.أ.)

الحمل / الساعة	اضاءة	محركات	كيميائية	خدمية	استهلاكية	صناعية	الاحمال الكلية
١٢	٤,٩٥	٣,٠	١٦,٠	١٦,٠	٥,٥	٢,٥	٤٧,٩٥
١	٤,٧٢٥	٣,٠	١٦,٠	١٧,٠	٥,٥	٣,٢	٤٩,٤٢٥
٢	٤,٥	٣,٠	١٦,٠	١٧,٠	٥,٥	٣	٤٩
٣	٣,٧٥	٣,٠	١٨,٠	٢٠,٠	٥,٠	٣,٥	٥٣,٢٥
٤	٣,٠	٣,٠	١٨,٠	٢٠,٠	٤,٥	٤,٤	٥٢,٩
٥	٣,٠	٣,٠	١٨,٠	٢٠,٠	٤,٥	٥,٢	٥٣,٧
٦	٤,٥	٣,٠	٢٠,٠	٢٠,٠	٦,٢٥	٦,٦	٦٠,٣٥
٧	٤,٥	٣,٠	٢٠,٠	٢٠,٠	١٠,٢٥	٦,٦	٦٤,٣٥
٨	٤,٥	١٠,٠	٢٠,٠	١٨,٠	١٥,٧٥	٧,٥	٧٥,٧٥
٩	٤,٥	١٠,٠	٢٠,٠	١٥,٠	٢١,٥	٩,١	٨٠,١
١٠	٤,٥	١٠,٠	٢٠,٠	١٢,٠	٢٥	٩,٥	٨١
١١	٤,٥	١٠,٠	٢٠,٠	١٢,٠	٢٤,٢٥	٩,٣	٨٠,٠٥
١٢	٤,٥	١٠,٠	٢٠,٠	١٢,٠	٢٥	١٠	٨١,٥
١	٤,١٢٥	١٠,٠	١٩,٠	١٢,٠	٢٢,٧٥	٩,٨	٧٧,٦٧٥
٢	٣,٧٥	١٠,٠	١٨,٠	١٢,٠	٢٥	٩,٨	٧٨,٥٥
٣	٢,٧	١٠,٠	١٨,٠	١٢,٠	٢٣,٢٥	٩,٦	٧٥,٥٥
٤	٢,٧	٦,٠	١٨,٠	١٢,٠	٢١	٩,٥	٦٩,٢
٥	٥,٢٥	٧,٠	٢٠,٠	١٢,٠	١٧,٥	٩,١	٧٠,٨٥
٦	٧,٩٥	٧,٠	٢٠,٠	١٣,٠	١٥,٢٥	٨,٣	٧١,٥
٧	١٠,٥	٧,٠	٢٠,٠	١٤,٠	١٣,٧٥	٧,٦	٧٢,٨٥
٨	١٥	٧,٠	٢٠,٠	١٦,٠	١٣,٠	٦,١	٧٧,١
٩	١٥	٧,٠	١٩,٥	٢٠,٠	١١	٥,٧	٧٨,٢
١٠	١٣,٥	٧,٠	١٩,٠	٢٠,٠	٨	٤,٢	٧١,٧
١١	١٠,٢	٧,٠	١٨,٠	٢٠,٠	٧	٣,١	٦٥,٣

وجدير أن توضح أن اجمالى يوم الاحد قد اخذت بنسبة الربع من قراءاة م.ف.أ الواردة فى الحالة السـابقة بالجدول رقم ٢-٩ و هى بذلك تكون تقـريبية و بالرغم من ذلك فهـى قريبة من قراءات الايام المماثلة مما يعنى انها ايضا صحيحـة و يظهر الجـدول ٢-١٦ أيضا القيمـة المتوسطة لأيام الاسبوع كى توضح أن الايام الأسبـوعية تعطى لنا منحنى الحمل المتوسط على مدار الاسبوع الواحد .

الجدول رقم ٢ـ١٦ : الاحمال الزمنية لأيام الأسبوع (م.ف.أ.)

الساعة / الحمل	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الاربعاء	الخميس	الجمعه	الاسبوع المتوسط
١٢	٤٧,٩٥	٣٩,٩٥	٤٨,٦٥	٤٧,٩٥	٤٨,٧٥	٥١,٩٥	٤٢,٦٤	٤٦,٨٣
١	٤٩,٤٢٥	٤١,٢	٥٠,٨٢٥	٤٩,٤٢٥	٥٠,٢٢٥	٥٣,٣٥	٤٣,٧٢	٤٨,٣١
٢	٤٩	٤٠,٦	٥٠,٢	٤٩	٤٩,٨	٥٢,٨	٤٣,٣	٤٧,٨١
٣	٥٣,٢٥	٤٢,٧٥	٥٥,٢٥	٥٣,٢٥	٥٤,٢٥	٥٧,٢٥	٤٥,٦	٥١,٦٥٧
٤	٥٢,٩	٤٢,٥	٥٦,١	٥٢,٩	٥٤,١	٥٥,٩	٤٣,٤	٥١,١١٤
٥	٥٣,٧	٤٢,٥	٥٢,٣	٥٣,٧	٥٢,٢	٥٧,٨	٤٣,٤	٥٠,٨
٦	٦٠,٣٥	٤٩,٣	٦٤,٧	٦٠,٣٥	٦٠,٨٥	٦٢,٥٥	٤٩	٥٨,١٥٧
٧	٦٤,٣٥	٥٦,٢	٦٦,٣	٦٤,٣٥	٦٣,٢٥	٦٤,٩٥	٥٥,٤	٦٢,١١
٨	٧٥,٧٥	٧١,١٥	٧٨,٨	٧٥,٧٥	٧٩,٤٥	٦٩,٢	٦٢,٦	٧٣,٢٤
٩	٨٠,١	٧٩,٤٥	٨١,٣	٨٠,١	٨١,٥	٦٨,٩٥	٦٧,٣	٧٦,٩٥٧
١٠	٨١	٨٢,٧٥	٨٠,٥	٨١	٨١	٦٦,٧٥	٦٨,٤	٧٧,٣٤
١١	٨٠,٠٥	٨٠	٧٩,٨	٨٠,٠٥	٨٠,٣٥	٦٦,٢	٦٧,٢	٧٦,٢٤٥
١٢	٨١,٥	٨٢	٨١,٥	٨١,٥	٨١,٥	٦٧	٦٨,٤	٧٧,٦٢٨
١	٧٧,٦٧٥	٧٧,٧٥	٧٨,٨٢٥	٧٧,٦٧٥	٧٨,٥٧٥	٦٤,٠٥	٦٤,١	٧٤,٠٩
٢	٧٨,٥٥	٧٩,٢	٧٨,٣٥	٧٨,٥٥	٧٨,٥٥	٦٣,٩	٦٧	٧٤,٨٧
٣	٧٥,٥٥	٧٥,٤	٧٦,٢	٧٥,٥٥	٧٦,٢٥	٦٠,٦٥	٦٢,٢٤	٧١,٦٩
٤	٦٩,٢	٦٨,٥٥	٦٩,١	٦٩,٢	٦٦,٨	٥٧,٢٥	٥٧,٨٤	٦٥,٤٢
٥	٧٠,٨٥	٦٩,٦٥	٧٢,٩٥	٧٠,٨٥	٧٠,٨٥	٦٢,٠٥	٥٧,٢	٦٧,٦٦
٦	٧١,٥	٦٩,٨٥	٧٤,١٥	٧١,٥	٧٢,٤	٦٧,٧	٦٠,١٤	٦٩,٦٠٥
٧	٧٢,٨٥	٧٣,١٥	٧٥,٧	٧٢,٨٥	٧٤,٣٥	٧٢,٥٥	٦٤	٧٢,٢٠٧
٨	٧٧,١	٧٤,٧٥	٧٨,٩	٧٧,١	٧٨,٩	٨٣,٣٥	٧٤,٢	٧٧,٧٥٧
٩	٧٨,٢	٧٣,٣٧٥	٨٠,٨	٧٨,٢	٨٠,٨	٨٧,٥٧٥	٧٧	٧٩,٤٢
١٠	٧١,٧	٦٥,١٥	٧٤,٦	٧١,٧	٧٥,٥	٨١,٦٥	٦٩,٤	٧٢,٨١
١١	٦٥,٣	٥٧,١٥	٦٧,٧	٦٥,٣	٦٩,٥	٧٣,٢٥	٦١,٦٤	٦٥,٦٩

من قراءات منحنيات الأحمال اليومية ومتوسط الاسبوع نستطيع أيضا تحديد المنحنى الأقصى والمنحنى المتوسط وبالتالى المنحنى الشهرى وكى يتوفر لنا تحقيق ذلك يلزم وضع البيانات الفنية لكل منحنى قد ورد فى الجدول رقم ٢-١٦ وهى كما جاءت فى الجدول رقم ٢-١٧ حيث يعطى القيمة القصوى لكل يوم Peak Load وكذلك القيمة القصوى للمنحنى المتوسط Average Weekly Curve

الجدول رقم ٢ـ١٧ : البيانات الفنية لمنحنى الأحمال اليومية

البيان	السبت	الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الاربعاء	الخميس	الجمعه	المتوسط
القيمة القصوى	٨١,٥	٨٢,٧٥	٨١,٥	٨١,٥	٨١,٥	٨٣,٣٥	٧٧	٧٩,٤٢
زمن حدوثها	١٢ظ	١٠ص	١٢ظ	١٢ظ	١٢ظ / ٩ص	٨ م	٩م	٩م
الحمل المتوسط	٦٨,٢٤	٦٣,٩٣	٦٩,٧٢	٦٨,٢٤	٦٩,١٥	٦٥,٣٦	٥٨,٩٦	٦٦,٢٢
معامل التحميل	٠,٨٣٧	٠,٧٧٢	٠,٨٥٥	٠,٨٣٧	٠,٨٤٨	٠,٧٨٤	٠,٧٦٥	٠,٨٣٣
معامل الاستغلال	٨١,٥	٨٢,٧٥	٨١,٥	٨١,٥	٨١,٥	٨٣,٣٥	٧٧	٧٩,٤٢
معامل الاحتياطى	١,٢٢	١,٢٠٨	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,١٩٩	١,٢٩٨	١,٢٥٩

من هذا الجدول نجــد أن الحمل الأقصى على الأطلاق من يحدث يوم الخميس وهــو مــا يتفق مع عادات الشعب فى مصر والبلدان العربيــة كما أن هذا المنحنى يعطى أقل احتياطى وبذلك يكون هو المناسب لوضعــة اساســا للحسابات التصميميــة ونرى المنحنى الحملى الأقصى اسبوعيــا والمنحنى الحملى المتوسط اسبــوعيا فى الجدول رقم ٢ـ١٨ اضــافة الى منحنى الاحمال الشهــرى وهو مــا يمثل نفــس الاسبــوعى ولكن نعتبرة على الأقصى عند الدراسة والتصميم كما أنة ذاتة الذى يؤخــذ منحنى سنوى إلا انة فى بعض الاوقات يعتبر المتخصصين أن المنحنى المتوسط هو الانسب لمزيد من الرؤية العامة وقد اوضح الجدول أيضا كيفيــة الحصول على المنحنى الشتوى والــذى يضاف الية احمال استهــلاكية مثل التكييف والتسخين .

الجدول رقم ٢ـ١٨ : الاحمال الإسبوعية والشهرية والسنوية

الساعة	منحنى الأحمال					المنحنى الشتوى	
	الاسبوعى المتوسط	الاسبوعى الاقصى	الشهرى الاقصى	السنوى الاقصى	السنوى المتوسط	حمل زائد استهلاكي ٢٪	إجمالى
١٢	٤٦,٨٣	٥١,٩٥	٥١,٩٥	٥١,٩٥	٤٦,٨٣	٠,٤٤	٤٧,٢٧
١	٤٨,٣١	٥٣,٣٥	٥٣,٣٥	٥٣,٣٥	٤٨,٣١	٠,٤٤	٤٨,٧٥
٢	٤٧,٨١	٥٢,٨	٥٢,٨	٥٢,٨	٤٧,٨١	٠,٤٤	٤٨,٢٥
٣	٥١,٦٥٧	٥٧,٢٥	٥٧,٢٥	٥٧,٢٥	٥١,٦٥٧	٠,٤	٥٢,٠٥٧
٤	٥١,١١٤	٥٥,٩	٥٥,٩	٥٥,٩	٥١,١١٤	٠,٣٦	٥١,٤٧٤
٥	٥٠,٨	٥٧,٨	٥٧,٨	٥٧,٨	٥٠,٨	٠,٣٦	٥١,١٦
٦	٥٨,١٥٧	٦٢,٥٥	٦٢,٥٥	٦٢,٥٥	٥٨,١٥٧	٠,٥	٥٨,٦٥٧
٧	٦٢,١١	٦٤,٩٥	٦٤,٩٥	٦٤,٩٥	٦٢,١١	٠,٨١	٦٢,٩٢
٨	٧٣,٢٤	٦٩,٢	٦٩,٢	٦٩,٢	٧٣,٢٤	١,٢٦	٧٤,٥
٩	٧٦,٩٥٧	٦٨,٩٥	٦٨,٩٥	٦٨,٩٥	٧٦,٩٥٧	١,٧٢	٧٨,٦٧٧
١٠	٧٧,٣٤	٦٦,٧٥	٦٦,٧٥	٦٦,٧٥	٧٧,٣٤	٢,٠	٧٩,٣٤
١١	٧٦,٢٤٥	٦٦,٢	٦٦,٢	٦٦,٢	٧٦,٢٤٥	١,٩٤	٧٨,١٨٥
١٢	٧٧,٦٢٨	٦٧	٦٧	٦٧	٧٧,٦٢٨	٢,٠	٧٩,٦٢٨
١	٧٤,٠٩	٦٤,٠٥	٦٤,٠٥	٦٤,٠٥	٧٤,٠٩	١,٨٢	٧٥,٩١
٢	٧٤,٨٧	٦٣,٩	٦٣,٩	٦٣,٩	٧٤,٨٧	٢,٠	٧٦,٨٧
٣	٧١,٦٩	٦٠,٦٥	٦٠,٦٥	٦٠,٦٥	٧١,٦٩	١,٨٦	٧٣,٥٥
٤	٦٥,٤٢	٥٧,٢٥	٥٧,٢٥	٥٧,٢٥	٦٥,٤٢	١,٨٦	٦٧,١٠
٥	٦٧,٦٦	٦٢,٠٥	٦٢,٠٥	٦٢,٠٥	٦٧,٦٦	١,٤	٦٩,٠٦
٦	٦٩,٦٠٥	٦٧,٧	٦٧,٧	٦٧,٧	٦٩,٦٠٥	١,٢٢	٧٠,٨٢٥
٧	٧٢,٢٠٧	٧٢,٥٥	٧٢,٥٥	٧٢,٥٥	٧٢,٢٠٧	١,١	٧٣,٣٠٧
٨	٧٧,٧٥٧	٨٣,٣٥	٨٣,٣٥	٨٣,٣٥	٧٧,٧٥٧	١,٠٤	٧٨,٧٩٧
٩	٧٩,٤٢	٨٧,٥٧٥	٨٧,٥٧٥	٨٧,٥٧٥	٧٩,٤٢	٠,٨٨	٨٠,٣٠
١٠	٧٢,٨١	٨١,٦٥	٨١,٦٥	٨١,٦٥	٧٢,٨١	٠,٦٤	٧٣,٤٥
١١	٦٥,٦٩	٧٣,٢٥	٧٣,٢٥	٧٣,٢٥	٦٥,٦٩	٠,٥٦	٦٦,٢٥

من الجدول ٢–١٨ نحصل على منحنى الاحمال الشتوى و هو مجموع المنحنى الشهرى او السنوى بالاضافة الى الاحمال النوعية القياسية كحمل زائد OVER LOAD لهذه الفترة وقــد اضيفت الاحمال الاستهــلاكيــة فى الجدول بمعــدل ٢٪ و تم الاستعــانة بالمنحنى المتــــوسط و يمكن استخدام المنحنى الاقصى بدلا منه و قد ظهر التغير الذى طرأ على المنحنى العام .



الفصل الثالث

الطاقه المفقودة ENERGY LOSS

ان مصادر الطاقه المعروفه تتنوع من المصـــادر التقليديه الى الجديده والمتجدده الى الطاقه البشريه الى غيرها من المعـاملات المســاعـده على حسن استخدام الطاقــه وبافضل السبل وعلى احسن وجه لاداء العمل المطلوب باجمل الصــور وها نحن عندما نتعـرض الى الطاقه المفقوده فعلينا دراسه المراحل المتعدده التى يمر بها الماده الخام لتـوليد الطاقه ثم مراحل انتاج الطاقــه ذاتها وبالتالى مــراحل استخدامها ولذلك علينا بالرويــه لتحديد كل المراحل تحديدا للطاقه المفقوده فى كل مرحله لمنعها من الاهدار والضياع .

الاحساس بالطاقه وقيمتها الفعليه لدى الانســان قد يكون مفقودا احيانا مما يكلف البشر على الارض من ضياع للطاقات المتاحــه ومن هذه النقطه يمكن ان تكون البدايه الصـحيحه من اجل تصحيح المعلــومــات لدى الجميع باسلوب مبســط ليكون الكل عــارفـــا مثقفــا ومسلحا بالمعلومـــه الصحيحه والتى يجب أن تنفعه فى حياته اليوميــه من جهه وتقلل من الجهد والمال على الدوله من جهــه اخرى بما توفره من الطاقه التى كــانت تفقد فى الماضى سواء بالقصد او بدونه والذى يجعلنا نشعر بالامان فى مستقبل سعيد باذن الله .

المراحل الخاصــــه بالطاقـــه تعـــددت بحيث اصبح بالضروره فصل بعـض المراحل عن الاخرى حتى نستطيع تحديد الاتجاهات اللازمه نحــو تقليل الفاقد بشكل عام ان لم يكن ممكنا منعهـــا على الاطــلاق و اذا سرنا على هذا النهج لامكننــا ان نصل الى الهدف باسرع وسيله منتجــا افضل مخرجات لعمليــه القضاء على ظاهره الطاقــه المفقوده خــلال الحياه اليوميه العاديه للانسان على كوكب الارض .

مما لاشك فيه ان الطاقــات الموجوده على الارض كما وهبنا بها الله سبحـــانه وتعالى كثيره ومتنوعــه فمنها الطاقــه الحراريه ومنها الضــوئيه والشمسيــه والنوويه التى يجب علينا استغـلالها فى الاعمال السلميه لا التـدميريه وفى صالح البشريه لا عليهــا وبالاضافــه الى الطاقــه البشريه المتمثله فى العقـول المفكره والمبـدعــه والايـدى الفنانه والفكر التخطيطى الاستراتيجى الى غير ذلك من الطاقــات مثل ايضا طاقــه مياه الشرب وهى سر الحيــاه على الارض فبدونها لن نعيش .

كما بدأنا بالكلام عن مــراحل الطاقــه فانه من الهام تحديـد نوعيات الطاقــه كخطوه اولى لتحـديد مراحل الفقـد فى الطاقــه فى الانواع مــوضـوع الدراســه امــا ونحن وصلنا الى هذه النقطه واصبح لزاما ان نقسم الطاقــه المفقوده عمومــا لكل الانواع فهى تنطوى على بعض النوعيــات الجوهريه وهى تلـك التى يمكننا ايجازها فى عــده محــاور علميــه محدده والتى تساهم مباشره فى فهم وتفهم الاصول الفنيه والعلميه لاسباب هذا الفقد اذا ما وجد .

يكون ذلك ضروريــا حتى نتمكن من دراستهـــا والعمل على ازالــه هذه الاسبـــاب ولكننا لانبغى هذا فقط بل نطلب الاستمــرار قدما لانهاء ظهــور مثل هذه النوعيه من الفقـد طبقا للقواعد العلميه والمحدده فى كل بند من بنود الطاقه المهدره او الضائعه او غير المستغله او

التى يمكن تحويلهـا الى طاقه فعليـه يمكننا استغلالها وكلهـا بنود محدده وهى تلك التى نعرضـها على النحو التالى بصوره مركزه .

٣ـ١ : الطاقه غير المستغله UNUSABLE ENERGY

الطاقه الكليـه الفعليه هى تلك الطاقه المتـاحه للاستخـدام والتى يمكن ان تستغل كلها او جزءا منها ولكن على وجـه العموم يمكن تعريف الطاقه الكليه المتاحـه بالمعادله الرياضيه البسيطه على النحو التالى :

الطاقه الكليه المتاحه	=	الطاقه المستخدمه	+	الطاقه غير المستغله

(٣ـ١)

كما ان الطاقه المستخدمه هذه والمشار اليها فى المعادله الرياضيه رقم ٣ـ١ ما هى الا الجزء الذى يستخدمـه الانسان من الطاقه المتـاحه لديه بينما يفقـد الجزء الآخر الذى لم يستغله وهو ما سـوف يتم شرحه فى هذا الفصل امـا عن الطاقه المستخدمـه فانها ايضـا تتجزأ الى جـزأين كما هو مبين بالمعـادله رقم ٣ـ٢ والتى ايضـا توضح العلاقـه الرياضيـه بمنتهى البساطه على النحو التالى :

الطاقه المستخدمه	=	الطاقه المنتفع بها	+	الطاقه المهدره

(٣ـ٢)

وبالتـالى فـان الطاقـه المنتفع بها هـى تلك التى امكن الاستفـاده منهـا وهى التى تكفى للاستخـدام او التطبيق المراد او المنشود الا ان هذه الطـاقه ايضـا تتكون من شقين الاول منهما هو الطاقه الفعليه الحقيقيه اللازمـه فنيا للحصول على الطاقه المطلوبه او التى تلزم لاداره او انهاء عمل مـا علاوه على جـزء أخر قـد يزيد او يقل طبقـا لبعض العوامل الفنيـه الهامـه وهى مـوضـوع الفصل الحالى هذا ويمكـن من خـلال المعـادلات البسيطه ايضـا التوصل الى الشكل النهائى للطاقه باستخدام الشكل الرياضى المقدم فى المعادله رقم ٣ـ٣ .

الطاقه المنتفع بها	=	الطاقه الفعليه	+	الطاقه المستهلكه

(٣ـ٣)

اما عن تلك الطاقه المستهلكه فيمكن القول بانها الطاقه التى تضيع هباءا نتيجه الاستخدام الخاطىء للاجهـزه والمعـدات الكهربيـه او الطاقـه التى تستخـدم فى غير مكانها الملائم او مكانها الصحيح وسوف يسرد هـذا الفصل الاطراف المختلفه التى تعنى بالموضـوع برمته ولكنه بالنظر الى المعادلات الرياضيه الثـلاث نلاحظ ان الطاقه التى نريدها فعلا تقل كثيرا عن تلك التى نمتلكها ومتاحه لدينا وعلينـا ان نجتهد وننظم انفسنا ونتعلم كيفيه المحافظه على هذه النعمه الغاليةمن نعم الله عليناق الارض والا نسرف فى استخدامهابدون وجه حق المقصـود بالطاقه غير المستغله هى تلك الطاقـه الموجوده فعـلا ولا يستغلها الانسـان مما يجعلها تضيع عليه وخصوصـا إذا كانت تلك الطاقه ذات طابع الاختفاء الذاتى بمعنى انها

لاتختزن حتى يمكن التفكير فى استخدامها مستقبلا وان ذلك يعنى ان الطاقه تضيع علينا لو لم نستطيع الاستفاده منهـا فى حينها وبذلك تكون طاقه وقتيـه لاتنتظر من يريدها بل تاتى وتختفى وقت ما تشاء .

وجـدير ان نحدد انه هناك الكثير من الطاقـات المهدره غير التقليـديه وينطبق هذا الاهدار للطاقه على الطاقه الجديده والمتجدده بكل اشكالها حيث ان الطاقه الجديده وهى تلك التى تشمل الطاقـه الشمسيه والضوئيـه والرياح والسيول والامطار وغيرها من هـذه الطاقات تعتبر طاقه مفقوده ان لم يحسن الاستفاده منها الانسان على البسيطه .

اضـافه الى ذلك نجـد ان الطاقه المعنيـه فى حاجـه الى الرعايه حتى نستطيع تخزينهـا عند الزياده واستخـدامها عنـد الحاجه ولذلك فأن الاهتمام باستخـراج الطاقـه الكامنه داخل الطاقـه الجديده والمتجـدده عمـوما لابد وان يكـون شغلنا الشاغـل حتى نقدم الفـائـده المناسبه للبشريه عمـوما وللوطن العـربى خصوصـا لتوفير الطاقـه الاخرى التى نهدرها استهلاكا لعدم النظر الى الطاقه الجديده والمتجدده .

عندما نتكلم هنا عن الطاقـه المهدره والمفقوده استهلاكـا نعنى الاسلوب الروتينى اليومى لاستهـلاكنا للطاقـــه وكيف انه من الممكن ان يكون اسلوبـا غير مسئولا يتسبب فى اهدار الطاقـــه والتى تكلفت الـدوله الكثير كى توفـــرها وبالاسلوب الخدمـى المريح للمستهلك والذى معه لايستشعر الانسان بمدى المجهود المبذول حتى تصله هذه الطاقه وهو مرتاح البال هانئا فى حياته .

مما لاريب فيه ان الطاقات البشريه من اهم وافضل الطاقـات الموجوده فى الدنيا وهى اكثر الطاقات التى تتعـرض الى الاهمال وعدم الاستغلال ولذلك فـان الاهتمام بالطاقه البشريه يعد اهم من الاهتمام بالطاقات الاخرى بما فيها الطـاقه الكهربيه ويمكن ان نقلل من الفقد فى الطاقه البشريه بالاساليب المختلفـه والسهله المبسطه والتى لاتحتاج الى المجهود وعلينا تشجيع العقول المفكره والابداعيه على الاستمرار فى العمل وعدم محاربتها .

فى الشكل العام للطاقه فـان الطاقه الكهربيه تأتى فى الاحمال العامـه على الشبكه الكهربيه الموحده بالفقد الاكبر على المستوى القـومى كما تم التنويه اليه على منحنى الاحمال الكليه ومبينا عليه الطاقـه المتاحه لتـوليدها من المحطات الموجـوده فى الشبكه ومدى استغلالها وكميـه الطاقه المستخـدمه وتلك غير المستغله من الطـاقه المتـاحه مثل مـا تم عرضــه فى الفصل الاول .

حيث اننا نهدف الى تنشيط الطاقـه البشريه العاطلـه ما علينا الا تحديد المنظومـه الاداريه لاداره العقول المفكره حتى نستطيع الحصول على افضل كفـاءه انتاجيه ونجمع محصولا ضـخما من العلم والتطبيقـات الهامه دون وقوف المعـوقات فى الطريق وبقلب مفتـوح من اجل الوطن .

ولايسعنا الا ان ندعـــوا الله ان يوفق العـــرب جميعـا فى الاتحاد ســـويا للعمل فى البحث والتنقيب والدراســه من اجل التقليل من الطاقات المهـدره والعمل على استغلالها بطريقـه

مثلى وباسلوب افضل حتى يتمكن العالم العربى ان يقف بجانب الدول الاوروبيه والامريكيه واليابان المتقدمه والغنيه تبعا لتقدمها .

٣ـ٢ : الطاقه المهدره SPENT ENERGY

عندما تكلمنا عن الطاقه المفقوده وذكرنا انه من المحتمل اهدارها خلال مراحل متعدده فقد قصدنا ان الطاقه تعتمد اولا على نوعيه الماده الخام المستخدمه اولا وقبل اى شىء بالاضافه الى ان معاملات استخدامها والقيود التى عاده تكون مسلطه على هذه النوعيه تمثل الاهميه الثانيه ويليها بعد ذلك الكميه المنتجه من الطاقه والتى تعرف من الناحيه الهندسيه والفنيه بكفاءه الطاقه ومن هذه الموضوعيه علينا الانطلاق تحديدا للطاقات ونوعيتها بالاضافه الى كفاءه انتاجها للطاقه من موادها الخام .

بالمقارنه بين جميع انواع الطاقات التقليديه نجد الطاقه الحراريه والمائيه والطاقه الكهربيه والكيميائيه او الطاقه الديناميكيه والاستاتيكيه وغيرهم حتى يمكننا تحديد الافضل والانسب لكل استخدام الا اننا نستطيع القول بان افضل الطاقات التقليديه على الاطلاق تأتى الطاقه الكهربيه وهى الطاقه المستخدمه فعلا على المستوى العالمى والاقليمى والمحلى وذلك نتيجه حتميه للمزايا التى تتصف بها والتى ساعدتها على الانتشار فى جميع انحاء العالم مما يجعلنا توجيه الدراسه الحاليه للفقد فى الطاقات عموما بان تتركز فقط على الطاقه الكهربيه منفرده .

الطاقه الكهربيه وان كانت هى السائده الا انها تعتمد ايضا على الانواع الاخرى المعروفه وعلى ذلك سوف تتحدد المراحل المختلفه لاستخدامات الطاقه من بدايه المراحل التجهيزيه لتوليد الطاقه الكهربيه ثم مرحله التوليد وما يليها وبذلك تتركز القيمه المفقوده فى الطاقه للمطلوب انتاجه فعلا .

يمكن تحديد المراحل المتتاليه بدءا من انتاج الطاقه الكهربيه منذ توليدها وحتى وصولها الى المستهلك بل وبعد ذلك اى بمعنى المفقود استهلاكيا مع التعرض لاهميه الاستفاده من هذه الكميات التى من الممكن ان تشكل خساره ماديه على الوطن العربى ككل وعلى الدول العربيه غير الغنيه بصوره خاصه الا اننا نتعامل مع الموضوع من حيث العرض والنتائج على ان الموضوع عربيا خالصا من اجل القوميه العربى والمواطن العربى ورفاهيته ومستوى معيشته .

لايمكننا ايضا الاتجاه الى استخدام الطاقه لمجرد الا تهدر بل يلزم ان يتواكب كلا منهما معا كى تخدم العمليه التنمويه فى البلاد ككل وليس ادل على ذلك المشروع القومى لبناء مجتمع جديد فى جنوب الوادى والمعروف باسم مشروع توشكى وهو ما يؤكد تلازم كلا من التخطيط والاستخدام حتى يكون الاستهلاك مناسبا لما هو متوفر على الصعيد الطاقوى ويجب ان ننتهج نفس الاسلوب فى كل مواطن الاستهلاك الكهربى ليست الجديده فحسب بل ايضا القديمه منها وهو ما سوف يساعد فى تلاشى القيمه المهدره فى الطاقه الكهربائيه .

ان القيمه المهدره تعبر امـا عن التخلف العلمى عن غيرنا من الدول او التكاسل بالرغم من توافر الامكانيات التى تساعد على عـدم الاهدار اما عن الحاله الاولى فالتكنولوجيا الحديثه تقفـز كل ساعـه قفزات عـاليه وسريعـه بينما يكون علينا اما مـواكبه فهم هذه التقنيـات المستحدثه او الوصول الى ما هو افضل من ذلك بالمشـاركه الفعاله فى هذه القفزات والقفز معها وعدم الانتظار ولذلـك فاليوم العالم ينظر الى الطاقه الكهـربائيه وهى التى تدخل فى حياتنا اليوميه .

اما عن الجانب الثـانى فتقوم الدوله فى العصر الحديث بنهضـه شامله وترسم السيـاسات المتكامله حتى لايخطو الاستهـلاك قبل الانتاج بل يجب ان ياتى الاستهـلاك بعد الانتـاج بفتره وجيزه تسمح بالعمل السليم وطبقا للقواعـد والاصول الاستيراتيجيه فى هذا المجال ولذلك عندمـا نتكلم عن شبكات التـوزيع لابد وان يكون لنا من اطراف للمستهلكين اكثـر من المطلوب من المستهلكين بقدر قليل وليس بفـارق كبير حتى يكون الاهدار اقل ما يمكن ولكننا اذا مـا انتجنا فى ذات الوقت قـدر مـا هو مطلوب تمامـا فيكون هذا الحال مثـاليـا وكاملا ولكنه مستحيل من الناحيه العمليه نتيجه العوامل الفنيه والاقتصاديه والتى القينا عليها الضوء فى الفصول السابقه بجانب غيرها مما لم يذكر هنا .

حيث اننا هنا نركز الدراسات على الابنيه التعليميه فان الطاقه المهدره تتمثل فى :

اولا : الاهدار تصميما DESIGN

من الممكن أن يكون الاهدار تصميما من خلال عددا من النقاط منها :

١ـ تركيب محولات فى اماكن ليست فى حاجه اليها .

٢ـ المغـالاه فى كميات الطاقـه المستهلكه وعـدم ادخال معـاملات منحنيـات الاحمال التى ذكرت فى الفصلين الاول والثانى عند التصميم او التنفيذ .

٣ـ تركيب عدد وفير من الوحدات الاضائيه اكثـر من اللازم مكلفا الهيئه اعباءا ماليا اكثر من المناسب وان كانت تكلفه قليله فى جميع الاحوال .

٤ـ تركيب نوعيات ردئيه من المواسير العازله او كابلات بعازل ردىء المستوى العزلى مما يساعد على التسرب الارضى بالاضافه الى الخطوره الناجمه .

ثانيا : الاهدار تشغيلا Operation

كما يمثل اسلوب التشغيل وسيلة جديدة لإمكانية اهدار الطاقة مثل :

١ـ الاضـاءه الكهربيـه نهارا وفى وضـوح النهار بينما لا نكون فى حـاجـه الى هذه الاناره خاصه وان جمهوريه مصر العربيـه تتمتع بنعمه من نعم الله لاتتوافر لغيرنا وهى الطاقه الضـوئيه الناتجه عن سطوع الشمس لفترات طويلـه بجانب نقـاء السماء فى بلادنا والتى تساعد فى رفع كفاءه الاستفاده منها .

٢ـ ترك الاضاءه بعـد انتهاء العمل فى امـاكن كثيره مثل الفصول والطرقـات وغيرها بينما يكون المطلوب الاناره الخاصه بالحراسه فقط .

٣ـ تشغيل المحـركات الكهـربائيـه فى الورش بدون تحميل وبدون داعى مما يعتبر اهدار لتلك الطاقات المستهلكه بدون استفاده .

٤ـ تحميل المعدات فوق المقنن ولفترات غير مسموح بها مما يساعد بشكل مباشر الى تغيير مواصفاتها الاصليه او انتهاء عمرها الحقيقى والفعال للاداء الكهربى او حتى تحميلها بما هو مسموح به ولكن بشكل متكرر مما يضر بعمر المعدات .

٥ـ التخاذل فى اجراء الصيانه الاناريه والتى تستلزم استخدام جهاز الفوتوميتر لقياس مستوى الاضاءه حتى اذا ما انخفض المستوى يكون للصيانه دورها فى النظافه حتى تكتمل الاستفاده من الطاقه الاضائيه المتوفره فعلا ويعرض الشكل رقم ٣-١ (ص : ٦٣) مصباحا كهربيا له غطاء يحتاج الى اعمال الصيانه الروتينيه فى هذا الصدد .

٣-٣: الفقد فى المنشآت التعليميه LOSS IN EDUCATIONAL BUILDINGS

يتمثل المفقود من الطاقه هنا فى ثلاث نقاط جوهريه بزياده نوع جديد من الطاقه المفقوده عن السابقتين فى النقل مثلما سبق بيانه بالنسبه للفقد خلال النقل الكهربى اى الطاقه الفنيه الفعليه المفقوده بجانب الطاقه الظاهريه المتولده تلقائيا فى الشبكه مسببه فقدا آخرا فى الطاقه اما ما يجد علينا هو الفقد المسمى « الفقد الاجتماعى »للطاقه كما تسميه شركات توزيع الكهرباء حيث يعتبر انه فقد فى الطاقه زياده فوق الموجود فعلا فى الشبكه نتيجه التصرفات الاجتماعيه لبعض الافراد سواء عن طريق الجهل او التعمد فى افقاده من الشبكه رغما عن انف الشركات المهيمنه على اداره وتوزيع الطاقه بين المستهلكين مع ضمان استمراريه تغذيتهم بها بلا انقطاع .

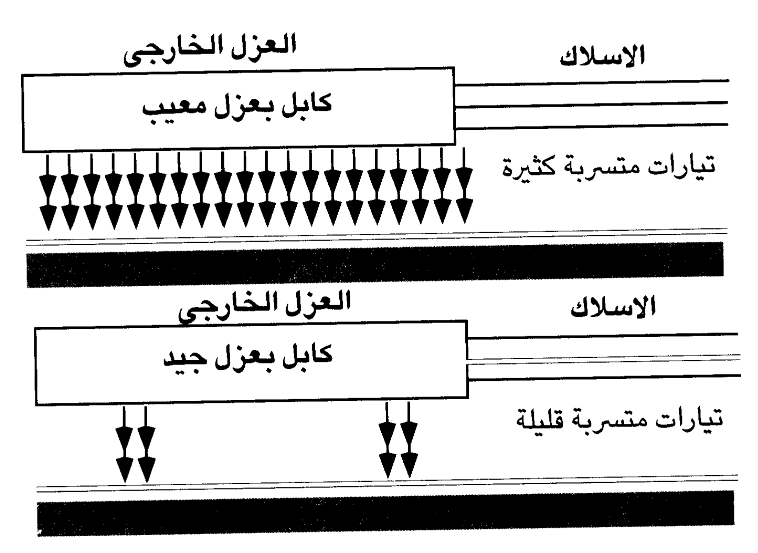
تقليل الطاقه المفقوده اجتماعيا ممكنا بالمتابعه الجيده المستمره ليس فقط على المستوى العملى فقط بل على المستوى البحثى لتحديد الاماكن المحتمل ظهور الطاقه المفقوده اجتماعيا فيها والتغلب على هذه المشكله الضاره بالاقتصاد القومى اما عن الطاقه المفقوده كلاسيكيا فى النقل او فى التوزيع فهناك من السبل الممكنه والتى لابد وان تبحث هندسيا للوصول الى ادنى قيمه ممكنه فى هذا الشأن .

كما ان استخدام العدادات الكهربيه الرقميه فى المنازل والمصانع يمثل ميزه كبيره بحيث يمكن متابعه القراءات الاستهلاكيه عن بعد ويمكن الحركه فى سبيل تقليل الطاقه على المحاور التاليه :

اولا : خفض الفقد فى الطاقه REDUCTION OF ENERGY LOSS

جدير بنا ان نذكر اهم النقاط فى عمليه خفض استهلاك الطاقه المفقوده فى الشبكات الكهربيه وخاصه تلك التى تتبع شبكات التوزيع والتى تهمنا كثيرا لانها تخص الابنيه التعليميه تحديدا ونسردها كما يلى :

١ـ اختيار مكان موزع التيار بحيث يكون فى مركز الاحمال بقدر الامكان مثل ما يتم ايضا بالنسبه لاختيار موقع محطات المحولات ذات الجهد المنخفض حيث ان الفقد الفنى الطبيعى يزيد بزياده المسافه التى تنقل عبرها الكهرباء مما يلزم معه تقليل هذه المسافات لتكون اقل ما يمكن وهذه عمليه حسابيه تتم طبقا للقواعد العلميه والهندسيه العمليه .



الشكل رقم ٣-٢ : رسم توضيحى لبيان سوء الاسلاك غير جيده العزل

٢ـ الاستعانه بوحدات ترشيد الطاقـه وتركيب اجهزه ووحدات تحسين معامل القدره على كل الاجهزه والادوات المستخدمه فى المنازل والمصـانع من اجل الاستفاده من القدره التى كانت مفقوده وتصبح صالحه للاستهلاك فى الوضع الجديد .

٣ـ اختيار نوعيـه جيده من الكابلات والاسـلاك فى التوصيلات الكهـربيه فى الشبكات وفى الابنيه والمصـانع حيث يبين الشكل رقم ٣ـ٢ مـاذا يحدث من الاسلاك غير جيـده العزل والتى تتسبب فى تسريب تيـارات كهـربيـه صغيره القيمـه جـدا بانتشـارها تصبح جمله القيمه ضخمـه وكبيره اذا ما استخدم هذا النوع الردئ من الاسـلاك حتى يقل الفقد من خلال العـزل للكابلات موفرا قـدرا من المال والطاقه كى تستهلك لغـرض آخر ويزيد من قيمه الطاقه المتاحه للاستهلاك .

ويتعين علينا ذكر ان الكابلات النحـاسيه اصبحت غـالية الثمن مما اصبح من الضرورى الاتجاه الى استخـدام الكابلات الالومنيـوم كما ان الالومنيـوم سيكون اكبر فى المقطع المكافئ وبالتالى ستكون مقاومته الكهـربيه اقل من مكافئه النحاسى والذى يعطى وفرا فى الطاقه المفقوده نتيجه سريان التيار بالكابل فى بعض الحالات .

يأتى الجدول رقم ٣ـ١ بالقيمـه المحسوبه للفقـد فى الطاقه من الشبكه الكهـربيه وحـدها وعلى سبيل المثـال ايضـا فى جمهوريه مصر العـربيـه حيث انه تمت الاشـاره الى المناطق المختلفه المحدده بتقرير وزاره الكهرباء والطاقه .

الجدول رقم ٣ـ١ : بيان عن نسبه الفقد فى الطاقه الكهربيه فى مصر خلال الفتره من ١٩٨٠ وحتى ١٩٨٩ (القيمه مئويه ٪)

المنطقه	السنوات				
	٨٠ / ٨١	٨٥ / ٨٦	٨٦ / ٨٧	٨٧ / ٨٨	٨٨ / ٨٩
القاهره الكبرى	١٠,٩	٨,٨	٨,٨	٨,٨	٨,٨
الاسكندريه	١٣,٥	٩,٠	١٠,٢	١٣,٧	١٣,٧
القناه	١٠,٥	٧,١	٨,٣	١٠,٩	٩,٩
الدلتا	٢٠,٢	١٩,٣	١٩,١	١٥,٦	١٣,٢
الشماليه	١٢,٢	١٠,٦	١٠,٠٤	١٠,٩	١١,٣
شمال الصعيد	٢٦,١	١٩,١	١٥,٤	١٥,٤	١٢,٠
جنوب الصعيد	١٨,٣	١٤,٢	١٣,٣	١٢,٠	٩,٥
الاجمالى	١٤,٣	١١,٦	١١,٥	١١,٤	١٠,٥

من الملاحظ ان منطقـه القاهره تفقد اقل طـاقه ممكنه اما فى المناطـق الاخرى مثل شمال صعيد مصر ووسط الشمال المصرى (الدلتـا) يكون الفقد عـاليا جـدا حيث كان ٢٦,١ أو ٢٠,٢ فيهما على التوالى فى عام ١٩٨٠ وبعد تدارك الفقد ومعناه الحقيـقى تـم انجـاز الفقـد الاقل الذى وصل فى عام ١٩٨٩ الى اقل مـن نصف هذا الفقد مما يعـود على الدوله بالوفـر اولا فى الوقود التقليدى المكـافىء وثانيا فى توفير الامـوال للدوله لسد الاحتيـاجات البشريه فى حقل آخر من الضروريات .

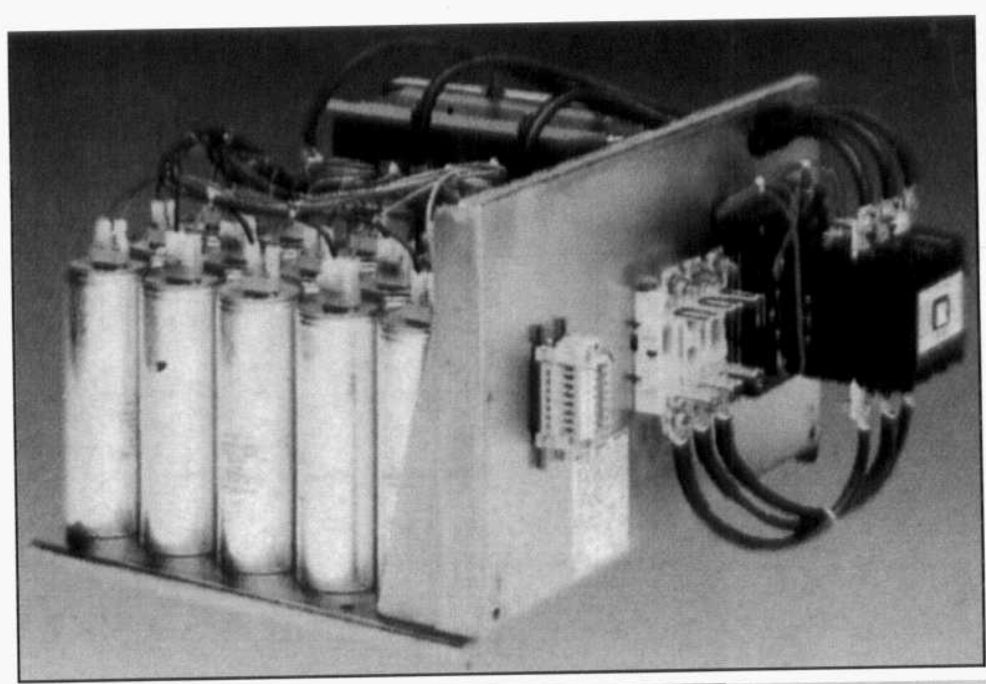
ثانيا : الوصلات الكهربية ELECTRICAL CONNECTIONS

تأتى الوصـلات الكهربيه على رأس القـائمه التى تخص الفقد الكهربى سيىء الطابع لانها تمثل فقـدا متلفا للملمسات التى يتـواجد عليهـا هذا الفقد وهو متنوع واحيـانا يكون ذو خطوره امنيـه ويمثل مصدرا للحرائـق بجانب انه يمثل فقـدا مستمرا الى ما قبـل نشوب الحريق ولكنهـا فى الحقيقه اذا مـا وجـدت هذه النوعيـه من الوصـلات الكهربيـه السيئه فيكون معبرا عن المستوى المنخفض لمسئول المتـابعه والتنفيـذ بجانب انه اثناء التشغيل يكون اول الاجـراءات الصيانيـه هى تلك التى تشمل المراجعـه على جميع الملمسـات من حيث التربيط السليم والجيد .

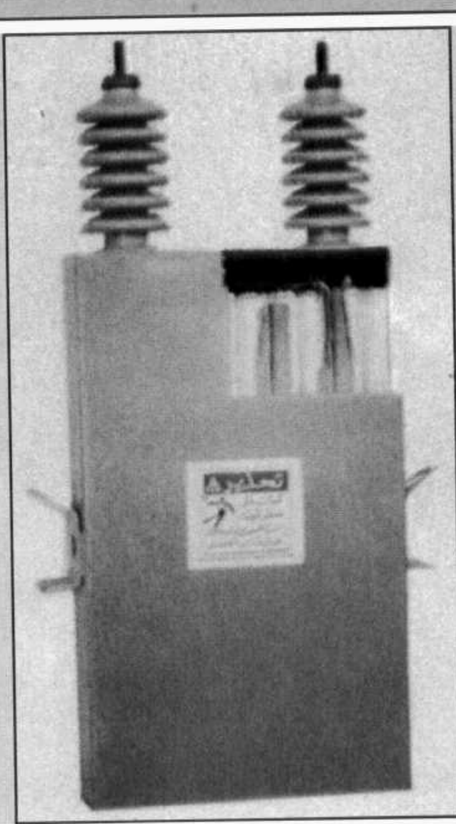
لذلك نجد ان الوصــلات الكهربيه تتنوع بحيث يجب اتبـاع الانواع الافضل والامثل وطبقا للمـواصفـات القياسيـه والكود المصرى ايضـا وهنا نضـع ثلاث طرز تخص الوصـلات الكهربيه كما يلى :

(أ) الوصلات المسماريه BOLTED CONNECTIONS

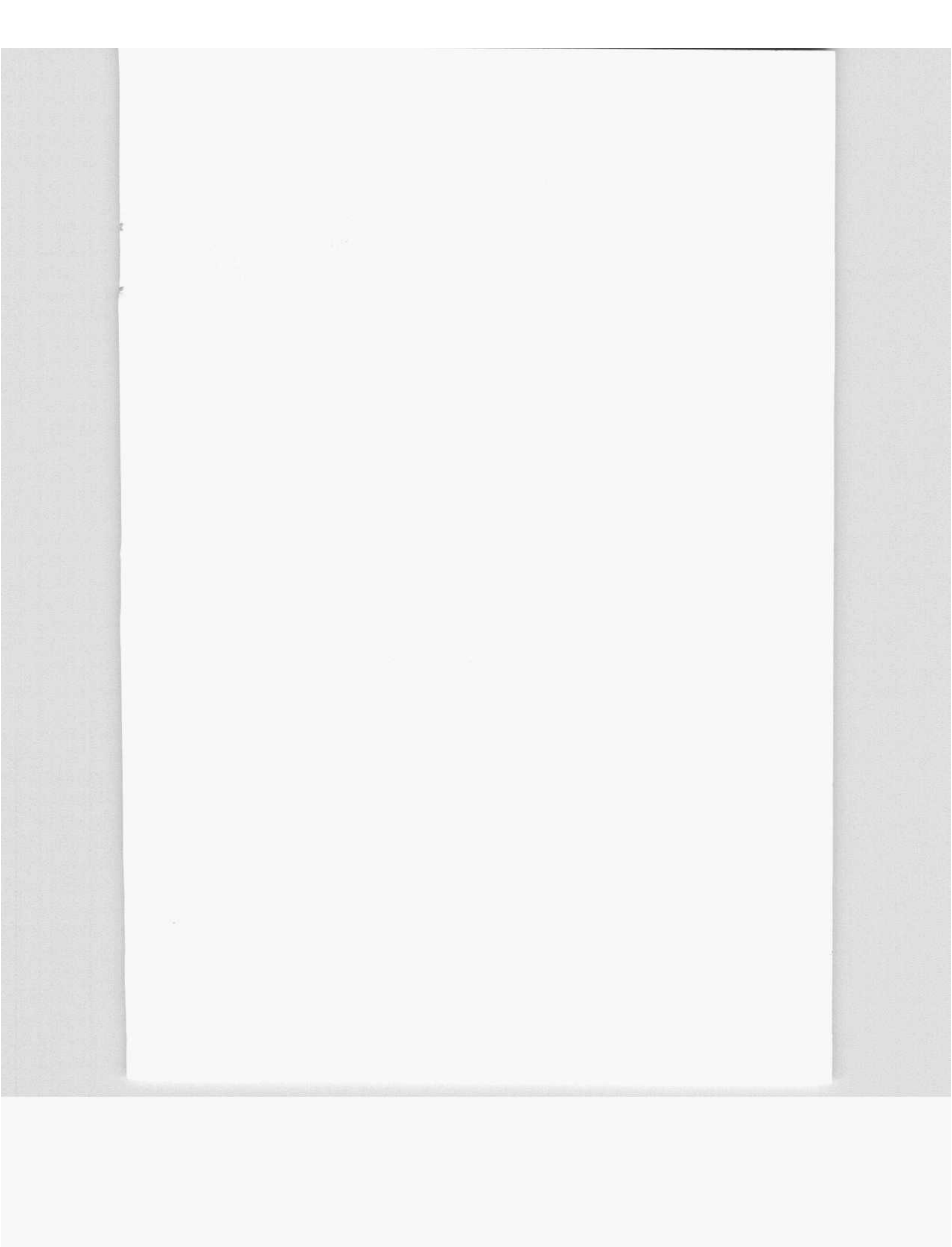
يلزم هنا التربيط الجيد على جميع الـوصلات فى الدوائر الكهـربيه (باسلوب دورى) مع كل صيانه ويجب ان يوضع جـدول بتخطيط مسبق لتنفيذ الصيانات على كـافه المدارس

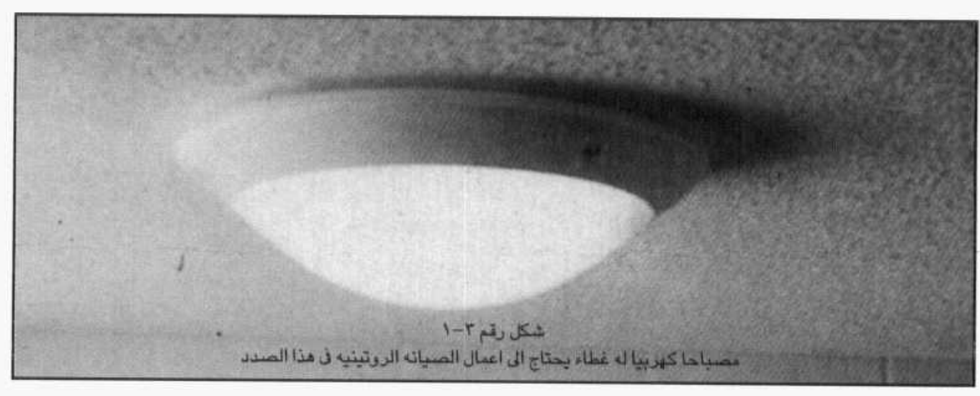


شكل رقم ٢- ٦
مجموعة مكثفات لتحسين معامل
القدره على الجهد ٣٨٠ فولت

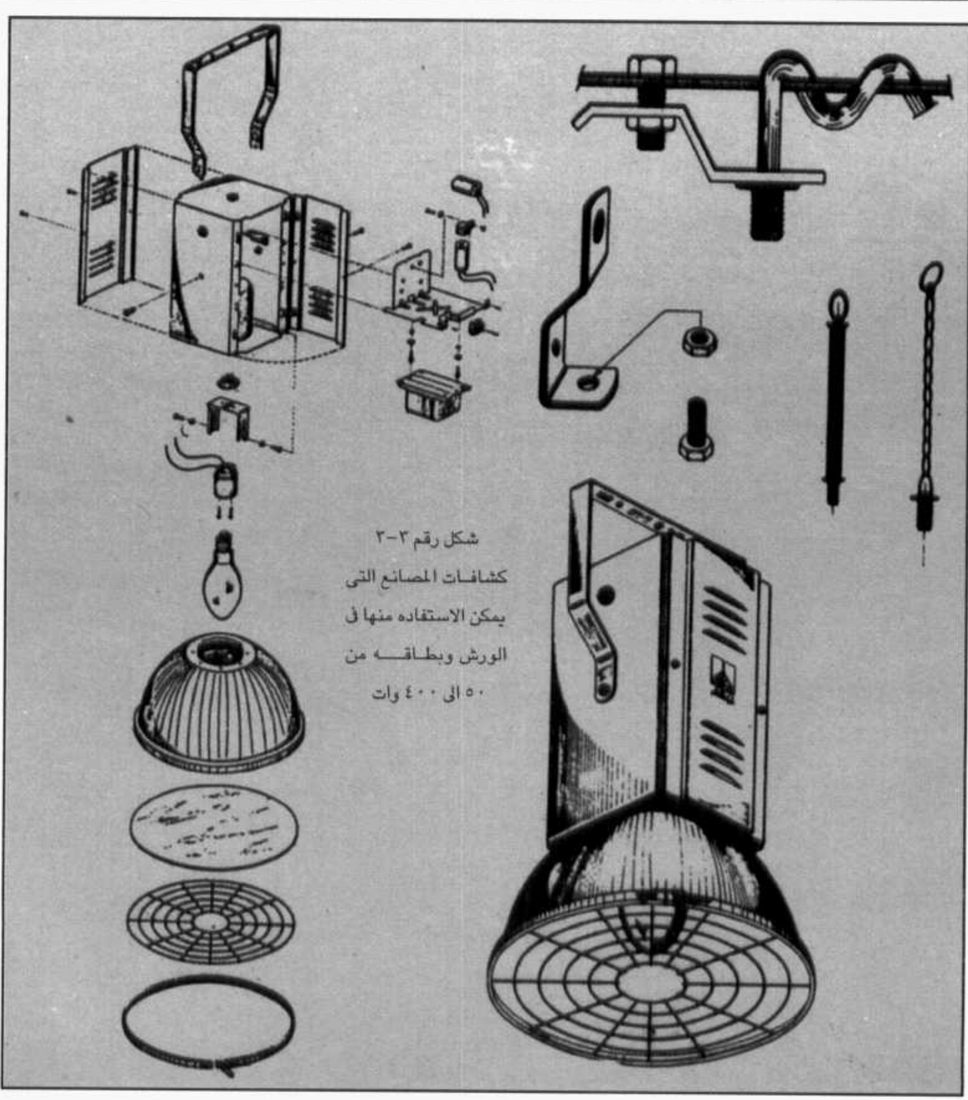


شكل رقم ٢- ٧
جهاز تحسين معامل القدره
١١ ك.ف. لاحد الاطوار

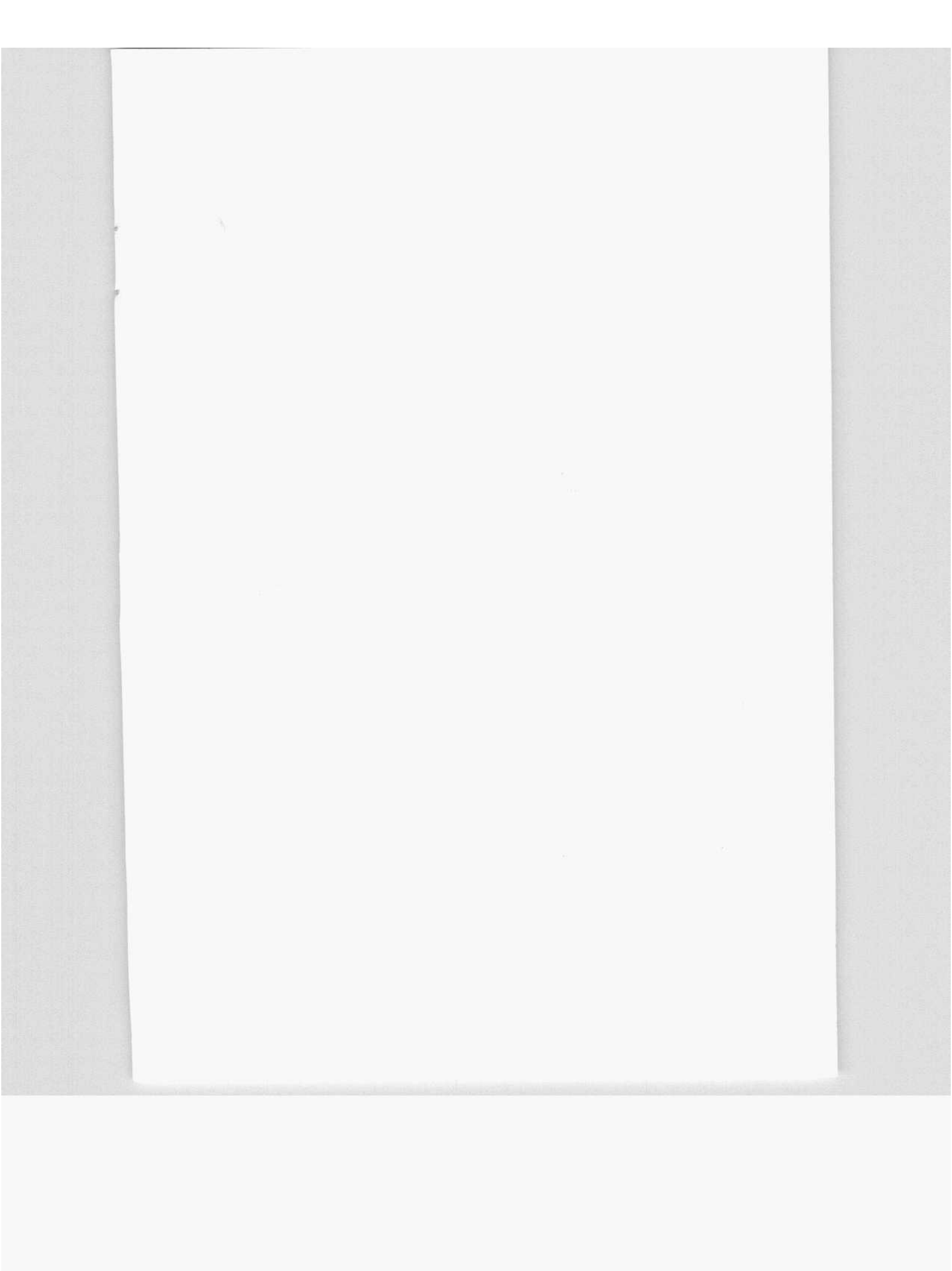




شكل رقم ٣-١
مصباحا كهربيا له غطاء يحتاج الى اعمال الصيانه الروتينيه فى هذا الصدد



شكل رقم ٣-٢
كشافات المصانع التى يمكن الاستفاده منها فى الورش وبطاقه من ٥٠ الى ٤٠٠ وات



سواء كـانت الصناعيه او الزراعيه او الفنيـه او تلك النمطيه بكل تباين فى عـدد الفصول طبقا للتخطيط المتبع فى انشاء المدارس والابنيه التعليميه الاخرى على مستوى الجمهوريه.

(ب) الوصلات المعزوله INSULATED CONNECTIONS

تمثل الوصلات المعزوله كل ما يتم توصيل اطرافـه اما فوق عازل ليحمل الموصل عليه او تحت عـازل ليرفع الموصل تعليقا به او وصـلات نهايه الكابلات الارضيه والمعلقـه والتى يجب ان تكون معزوله بل وتبعـا للمواصفات والقـواعد الفنيـه التى تحدد هذه الوصلات بالرغم من انه يتـواجـد منها الحديث باستمـرار لرفع كفـاءه التـوصيل مع عزلها الجيـد والمناسب .

(ج) الوصلات الهوائيه OVERHEAD CONNECTIONS

فى الحقيقه لايجوز ان تتواجد فى الابنيـه التعليميه على الرغم من امكانيه التعامل بها ولكن خارج نطـاق الابنيه التعليميه حيـث ان المدارس هى بيت الاطفال والاطفـال اكثر عـرضه للخطأ وعلينا حمايتهم ضـد مصادر الاخطار ولـذلك لايجوز التعامل من خـلال وصلات هوائيه الا اذا كـانت داخل حجرات او بواطات معزوله تمامـا عن الاطفال ولا يستطيع اى منهم الوصول اليها .

ثالثا : الورش WORKSHOPS

تحتوى الـورش عموما على القـدر الاعظم من الاستهـلاك وفيها تتـواجد المحركـات بكل انواعها وهى الاجزاء الهامه والرئيسيه والتى تتسبب فى فقد القدره الكليه فى شكل ظاهرى لايمكن الاستفاده منه الا باستخدام مكثفات القوى من اجل تحسين معامل القدره وقد تم جـدوله هذه النوعيـات من المكثفات فى الجدول رقم ٣ـ٢ حتـى نتجنب الفقد غير المعتـاد ونقوم على رفع مستـوى الاداء الكهربى لهذه المحـركات الكهربيـه وعلاوه على كشـافات المصـانع التى يمكن الاستفاده منهـا فى الورش وبطاقـه من ٥٠ الى ٤٠٠ وات شكل رقم ٣-٣ (ص : ٦٣) حيث تكون من جزأين هما :

الجدول رقم ٣ـ٢ : سعه مكثفات المحركات لتحسين معامل القدره

قدرة المحرك (كيلووات)	سعة المكثف المناسب (ك٠ف٠ أ٠ر٠)
٤,٠ - ٤,٩	٢
٥,٠ - ٧,٩	٢
٨,٠ - ١٠,٩	٤
١١,٠ - ١٣,٩	٥
١٤,٠ - ١٧,٩	٦
١٨,٠ - ٢١,٩	٧,٥
٢٢,٠ - ٢٩,٩	١٠,٠
اكثر من ٣٠	حوالى ٣٠٪ من قدرة المحرك

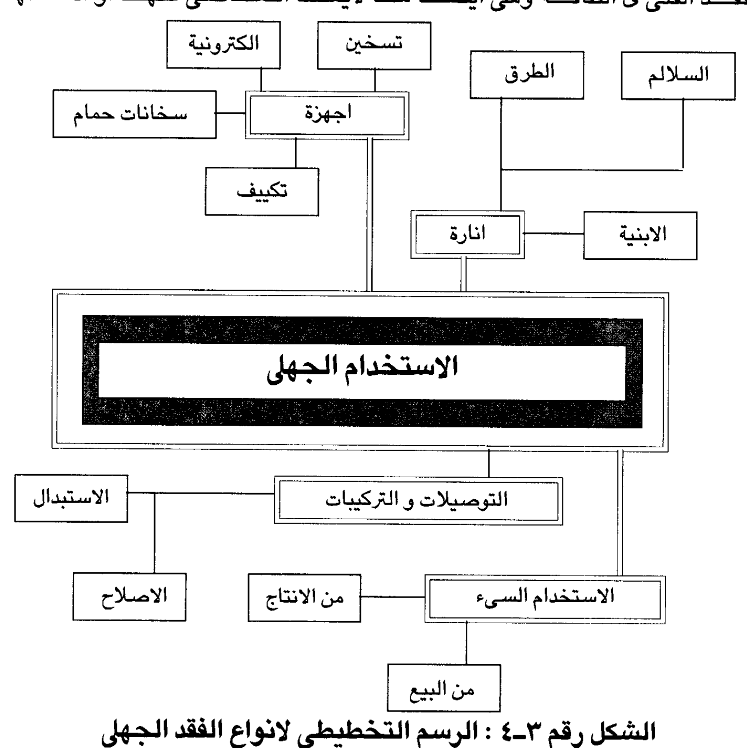
١ـ علبه الدوائر الكهـربيه من الصاج ١,٥ مم ذات فتحات تهويه ويثبـت على شاسيه من الصاج المجلفن المتحرك لسهوله الصيانه .

٢ـ عاكس من الالومنيوم النقى الفاخر لرفع قيمه معامل الانعكاسيه الضوئيه .

٣ـ٤ : الفقد الاستهلاكى CONSUMPTION LOSS

المراحل المتعدده لانتاج الطاقه الكهربيه قد انارت الطريق امامنا لفهم وتفهم مكمن ضياع الطاقـه علينا ومحاوله التغلب على اهدارهـا بالوسـائل العلميـه الحديثـه بالاضـافـه الى استيعاب الاصول الفنيه اللازمه لرفع مفهـوم الطاقه المفقوده لدى المواطن العربى حتى يسارع من نفسه ذاتيا الى القضاء على هذه الظاهره اذا مـا ظهرت امامه وهو ما يستطيع الانسان ان يتعرف عليه من خلال الاساليب الاعلاميه المتعدده على الساحه كى نصل الى الاقتصـاد الاقـوى والانفع اضـافـه الى ذلك فـان الشكل رقم ٣ـ٤ يبين لنا الاستخـدام الجهلى باقسامه المتعدده والمتنوعه .

انه بالاضافـه الى الطاقه المفقـوده التقليديه فى خـلال خطوات الاستهلاك وهى المعـروفه بالفقـد الفنى فى الطاقـه وهى ايضـا مـا لايمكننا التغـاضى عنهـا او الغـائهـا



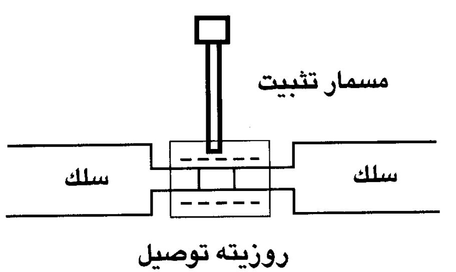
الشكل رقم ٣ـ٤ : الرسم التخطيطى لانواع الفقد الجهلى

فقد تظهـر الطاقه المفقوده الزائـده عن هذه وهذا الفقد الجديد يكون نتيجـه الجهل الثقافى بنقـاط الطاقه المفقـوده التى يجب ان تتـلاشى من الموضـوع تماما بقـدر الامكان الا انه تحديدا فى الاستهلاك نجـد ان الطاقه المفقـوده كثيره ومتنوعه مما يستلزم معـه المزيد من الشرح والايضاح هنا ويمكننا سردهم بالتصنيف التالى :

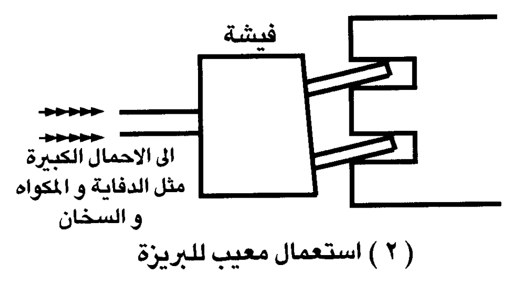
اولا : اطوال الاسـلاك المستخـدمـه داخل المنازل قـد تكون اطوال من الضرورى ويمكن اختصارها مؤديه الى فقد اكثـر ولو بقيمه قليله الا ان تجميع كل الطاقات المماثله فى مدينه او قـريه قـد يصل الى قيم كبيره وبالتـالى الطاقه الناتجه عـن الاستهلاك الجهلى قـد تكبر وتزيد يومـا بعـد يـوم ليضيع المال الوفير علينا ومن هنا يجب وضـع الاسلوب المناسب للاداء السليم من جانب شركات الكهرباء ضمانا للوصول من اقصر الاطوال فى التركيبات .

ثانيا : التوصيلات الكهربيه داخل الابنيه تشكل خطرا قوميا اذا لم تتم طبقا للمواصفات الفنيه وحيث ان الجهـه المنفذه والمسلم منهم ايضـا غير متخصص على المستوى المطلوب هندسيـا نجد ان تأثيرها كبير على كميـات الطاقه المفقـوده خلال اعمال التركيبـات ذاتها وخصـوصـا اذا تم تجميـع قيمـه الطاقـه المفقـوده الصغيره بـالموقع وتتجمع على مستـوى الحى او المدينه وبالتـالى ستصبح قيما ذات قيمـه لها المعنى المادى الذى يستحق الاهتمام به وبـالطبع يؤدى خفض الطاقـه المفقوده على مستـوى الدوله الى دعم اقتصادها

كما ان هذه التـوصيـلات والتى تمثـل الاهميـه هنا مختلفـه الطابـع منهـا توصيـلات مهتـزه التـلامس والتـى تسبـب الشراره الكهـربيـه كما فى الشكل رقم ٣ـ٥ لتـوصيل شرارى فى شكل مبسط والتـى تؤثر على كفـاءه الاجهزه المستخـدمـه بجانب فقد قليل .





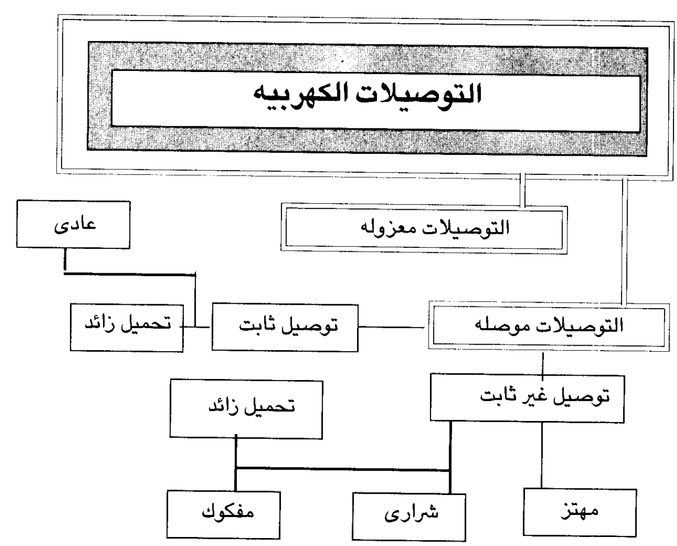


(٢) استعمال معيب للبريزة

الشكل رقم ٣ـ٥ :رسم توضيحى لوصلات غير جيده اهتزازيه شراريه مع الفقد

ويبين ايضــا الشكل رقم ٣ـ٦ شكلا تخطيطيــا من التقسيــم النوعى لانواع التــوصيــلات الكهــربيه المختلفــه وهى ما لها من الاهميــه البالغــه فى عمليه حصر الامــاكن التى يتم من خلالها او بسببها الفقد فى الطاقه وهنا الكلام عن الطاقه الكهربائيه تحديدا .

ثالثا : الادوات والاجهــزه الكهربيــه المنزليه ســواء كــانت للاناره واستخدام المصــابيح الفلورسنت والمنتشره بكثــره وهى قليله معــامــل القــدره وغيرها وهذا يعنى ان الطــاقــه المفقوده باستخــدام هذه النوعيه من الاجهزه يكون اكبر من غيرها مما يستلزم الامــر معه الاهتمام بمعــامل القــدره داخل المنازل ليس فقط للاناره والمصــابيح بل ايضــا فى جميع الاجهــزه والادوات المنزليــه مثل الخلاطات والغســالات والثلاجــات وغيرهم من الاجهــزه الكهربائيــه وتمثل الاضاءه الحيــز الاكبر فى الطاقه المفقــوده فى هذه الجزئيه ســواء كانت



الشكل رقم ٣ـ٦ : التقسيم النوعى لانواع التوصيلات الكهربيه

فى الابنيــه التعليميه والــذى يمكننا من خفض القيمه المفقــوده من الطاقــه باستخــدام انواع الاضــاءه المناسبه حيث خطت التكنولــوجيا الحديثــه خطوات واسعه فى الفتره الاخيره تبعــا للتقــدم الالكترونى الرهيــب والمنتشر فى العــالم المتقــدم وتم ادخــال الــدوائــر الالكترونيــه والحاسوب فى التصميمات الكهــربائيه للانواع الحديثــه من الاضاءه وبذلك يعــود علينا من الفوائد والمزايا التى يمكن ان نذكر بعضها على النحو التالى :

١ ـ التحكم عن بعد فى تشغيل وحدات الاضاءه والــذى يظهر اهميته فى الاماكن التى تستهلك القــدر الكبير من الطاقــه والتى تنتشر على مســافــات شــاسعــه مما يعــود بالوفــر لعــدم

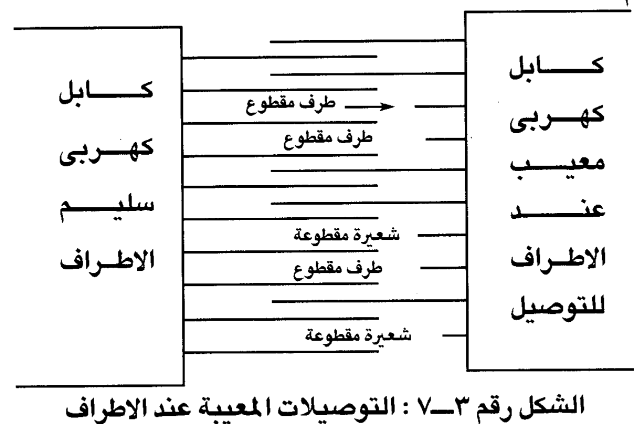
استهـلاك الوقت عند الاستغناء عن الاضاءه وجـدير بنا هنا توضيح ان التحكم عن بعـد من السهل استخـدامـه اما فى داخل الوحـده الواحـده او داخل العماره الواحـده او داخل المبانى الكبيره والتى تأخذ الطابع الحكومى او بالطريقه المركزيه لكل المبنى الكبير أو عده مبانى أصغر متعدده كما انها غالبا ما تكون مناسبه للمصانع الكبيره والصغيره على نفس المستوى العالى من الاداء .

ويمكننا ايضـا ايضاح اهميـه الخلايا الضوئيـه هنا من حيث الاستخدام الحديث ومـدى الدقه التى تنتج من خلال الانظمه الضوئيـه حيث يمكننا قياس مستوى الاضاءه الطبيعيه والتى قـد تكون ناتجه عن الطاقـه الجديده والمتجـدده فى المكان وبالتـالى تتحـدد الخطوه التـاليـه من خفض او زياده الاضـاءه او تشغيل البعض او الاكتفـاء بالبعض منهـا او فى النظم المتقدمه حيث يكون تشغيل اللوحات الضوئيه مباشره بالطريقه الآليه من استشعار الخلايا الضوئيه دون التدخل من العنصر البشرى .

كما انه باستخدام الحاسـوب والبرامج الصوتيه او الخطيه يمكن تغيير حـال التشغيل اما بالاسلوب الاوتوماتيكى او بالطريقـه اليدويه او كلاهما مما يفسح الطريق امـام الاضاءه الحديثه لتغزو الاسواق معلنه انها الافضل استخداما عن تلك التقليديه المعروفه .

كما انه علاوه على ذلك فانها سهله التحكم فيهـا وباضافه النظم الخبيره الى نظم التحكم فى الاضـاءه يصبح النظام الشامل كـافيا للتعـامل اوتومـاتيكيا مع الاوضـاع طبقا للحـاله المطلوبه وشدات الاضاءه المتوافره لديه فى المبنى .

علاوه على ذلك فـاننا نجد ان هذه التعديلات الضروريه التى قـد تطرأ على الاضاءه او على المبنى والمتطلبه تغيير وحدات اضاءه سواء كـان كما او كيفا او نوعا فانه مع النظم الخبيره والحاسـوب تصبح العمليه اسهل واوفـر عن ذى قبل وتؤدى نفس الغـرض المطلوب مثل ذلك الناتج عن الخطأ فى التوصيلات الكهربيه او المؤديه الى التوصيلات المعيبه كما مبين فى الشكل رقم ٣ـ٧ .

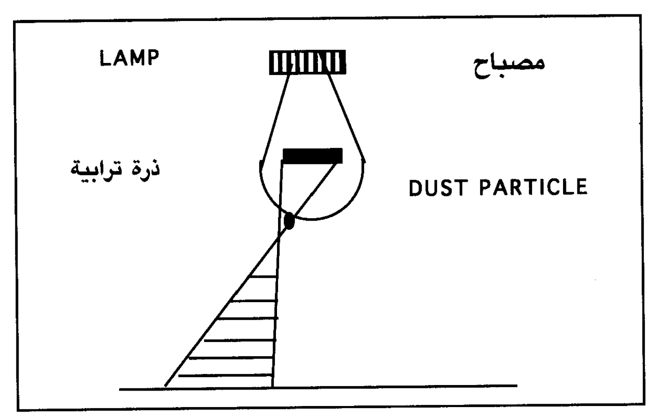


الشكل رقم ٣ـ٧ : التوصيلات المعيبة عند الاطراف

وعن التحكم الآلى فى وحدات الاضـاءه فاصبح استخـدام الاشعه الضوئيـه تحت الحمراء من الوسائل الحيويه والفعاله فى تحديد شده الاضاءه وتكون لها الحساسيه الافضل كما انه من السهـل تركيبهـا بنفـس الاسلوب المتبع فى نظم انذار الحريق وتـؤدى نفس العمل ولكن لتشغيل وفصل وحدات الاضـاءه المختلفه والتى يجب ان تكون موزعـه على لوحات توزيع خاصه ليبين فيها حاله التشغيل الحقيقيه عند اللزوم .
اضافه الى كل ما سبق فنجـد ان الاسلوب الحديث من الاضاءه صالحا للاستخدام المحلى او المركـزى آليـا بحيث يمكننا من الجمـع بين النظامين لتشغيل الوحـدات الاضـائيـه فى الاماكن الكبيره وخصوصا تلك التى تستخدم كميات كبيره من الطاقه .
عـلاة على ماسبق الاشـارة اليه فـانه من السـهل ايضـا استخدام وسليتى الاتصـالات فى الاستشعار او التشغيل الالى و هما اما الطريقة السلكيـة او الطريقة اللاسلكية بحيث يتم الاتصـال مباشرة من وحـدة الاستشعار بالاشعـة دون الحمراء اوتومـاتيكيا الى الوحـده الخاصه بالتشغيل .
اما عن الاضاءة الفلـورسنتية و التى تمثل اهمية اقتصادية كبيرة لانتشـار استخدامها فى المبانى فانه مع التطور العلمي الحديث و بظهور دوائر التحكم الحديثة و التى تتعامل مع الاضاءة الفلورسنتيـة مما تساعد على خفض الاستهـلاك فى الطاقة و بالتـالى يقلل الطاقة المفقوده و الذى يعطينا بذلك الفـرصه لاستخـدام الاضاءة الفلورسنتية من خـلال دوائر التحكم الحديثة مخفضـة الفقد فى الطاقـة كما يمكن استخدام دوائر التحكـم عن بعد مع الدوائر الفلورسنتية ايضا .
و مع التقدم العلمي الهائل امكن الان تحديـد دوائر الكترونية احـدث تستطيع التعامل مع النوعيـات المختلفة من الاضـاءة فى وقت واحد مثل الاضـاءة الفلورسنتيـة و الكومبـاكت و الانبـوبية و الصـوديوم و غيره من الانواع العادية و سـواء كانت هذه الانواع تشملهـا الدائرة الواحده او عده دوائر منفصلة او حتـى متباعده عن بعضها البعض و هو ما يعتبر طفره علمية فى طريقة ترشيد استهلاك الطاقة .
كما ان التوصيلات الكهربية السيئة تسـاعد على زيادة الفقد فى الطاقة مثل ما يبينة الرسم رقم ٣ - ٧ حيث انه كثيرا مـا يتعـامل الفـرد العـادى او احيـانـا المتخصص مع توصيل الاسلاك معا بطريقـة التشبيك أو البرم باسلوب يؤدى الى زيادة الفقد و اتلاف الوصلات حيث انه اذا كـان السلك الكابـل يتكون من سبعـة اسـلاك رفيعـة المقطع مبرومـه معـا و مطلوب توصيلة مع اخر من نفس المقطع لانه من نفس الدائرة .
و لكن فى كثير من الاحيـــان هذه الحالات مع غير المتخصص يتم قطـع بعض الاســلاك الرفيعـة حتى تتـلائم مع امكانيـة البرم او حتى عن طريق الخطاء و يكون التـوصيل بين سلكين المقنن لهما غير ما تم التـوصيل عليه عند نقطة التوصيـل فقط مما يضعف الدائرة الكهـربية عند هذه النقطة و تعتبر فى هذه الحالة هى المقنن الفعلى للاسـلاك ، و هنا يجب التاكـد من عدد الضفائر السلكيـة داخل الكابل او يفضل فنيا اتباع المواصفات القيـاسية و استخدام اسلوب الكوس عند الاطراف .

٢ ـ يوفـر الاستخدامـات الخاصه للاضـاءة و خـاصة المطلوب فى الحالات الطارئـة و فى الامـاكن الهامـة و ذات الطابع الخاص و تتميـز بـالامكانيـة الكبيرة فى توزيع النوعيـات المختلفـة على مصادر التيـار المتعددة و خصـوصـا فى تلك الاماكن ذات الاهميـة العاليـة و حتى ان تعددت نوعية مصادر التيار للاضاءة فانه يمكن استخدام الانواع الحديثة بما يوفر من الطاقـة المستهلكة فى الحالات الطارئة والذى يعـود على الفترة الزمنية التى يمكن فيها تشغيل نفس كميات الاضاءة المطلوبه من قبل .

٣ ـ الصيانـة الدورية المستمرة على التـوصيلات و وحدات الاضـاءة تحت التشغيل ذاتها تمثل من الاهميه البالغه كما معطى فى الشكل رقم ٣ـ٨ كمثال لها وبها يمكن توفير الجهد من تشغيل خـاطىء لوحدات الاضـاءه والتى تعتمد على شـده الاستضاءه مما يسـاعد فى تركيب وحـدات الاضـاءه التالفـه ومـا يعود بالـوفر عن ذلك فى الطاقـه من خـلال دوره الصيانه الروتينيه لها .

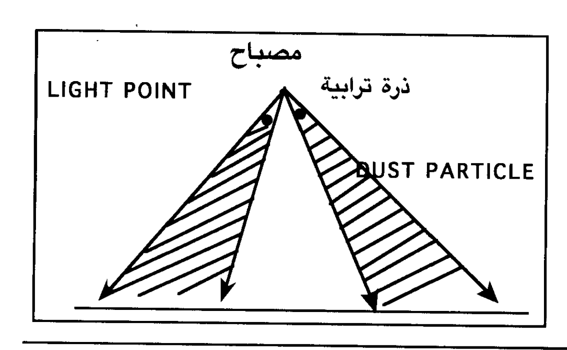


الشكل رقم ٣ــ٨ : تأثير ذره التراب على حجب الضوء المشع من المصباح الكهربى عن السطح المراد انارته

٤ـ توفير ما يقرب من ٥٠٪ او مـا يزيد من الطاقه المستهلكه بالانظمه التقليـديه المعروفه وواسعه الانتشار .

٥ـ تضيف الطفـره الحاليه فى مجال الاضـاءه الفلورسنتيـه تقدمـا ملحـوظا حيث الجيل الثـالث من البـالاست الالكترونى الجديد بالـرغم من التفـاوت الواسع بين اسعـاره وهو النوع الذى يمكن المستهلك من التخلص من الشوائب الكهربيه مثل التوافقيات حتى يقلل من الاثار الجانبيه على استخدامه فى الشبكه الكهربيه مما يساعد على رفع كفاءه تشغيلها عـلاوه على تواجـد امكانيه حمايه هـذا الجيل من الارتفاع الحرارى او ارتفـاع الجهـد او التشغيل الخاطىء .

ذلك يرفع معامل القدره من ٠,٤ الى ٠,٩ ويقلل معـامل القمه لوحده الاضاءه مما يتسبب فى اطاله عمر الوحده الى ما يقـرب من ٣٥٠٪ من العمر السابق تحديده للنوع العادى كما انه الان تمكنت التقنيـات من عزل التشـويش الالكترونى عند استخـدامها مما لن يعـوق استخدامها فى بعض الاماكن التى تتأثر بذلك .
من الضرورى فى حـالات استخدام الاضـاءه التفريغيـه مثل الفلورسنتيه فـانه ولابد من الاعتماد على الاضـاءه الثابتـه بمعنى غير المهتزه والتى تضر بالحاله الصحيـه والبصريه والتى تنعكس على المستـوى الطبى العام وهو مـا يمكنه التقـدم الحديث من منع تشغيل مثل هذه الوحـدات الاضائيـه تحت ظروف الارتعـاش الضـوئى حمايه للمستهلك من الاضرار الناجمه وتوفيرا للطاقه المستهلكه دون عائد ذو فائده (الشكل ٣ـ٨) .
اعمال الصيانه والنظافـه من اهم الاعمال الروتينيه، فنظافه المصابيح والاغطيـه الخاصه بها وكذلك العـواكس تعتبر من اهم العوامل التى تؤثر فى شـده الاضاءه على السطح المراد اضاءته سـواء كان كتابا او مـاكينه او ما الى غير ذلك ويبين الشكل ٣ـ٨ تأثير ذره الاتربه التى تقع فى طريق المصبـاح وتحجب جـزءا من الضـوء عن مكان تال كما يمكننا من نفس الرسم ايضـا ملاحظه ان النقطه الاقـرب الى المصباح تحجب الضـوء عن المساحـه الاكبر بالمقارنه مع الابعد حيث ان المنطقه المخططـه تعنى المنطقه التى قلت فيها الاضاءه نتيجه حجب الضوء بتواجد ذره ترابيه فى طريق الضوء القادم من المصباح .
ولا يتوقف الامر عند هذا الحد البسيط بل انه لو تراكمت ذرات التراب فـوق بعضها لظهر لها التاثير المتضاعف كما هو مبين فى الشكل رقم ٣ـ٩ ويظهر فيه ان ذره التراب العاليه قد زادت من تأثير حجب الضـــوء عن السطح الراغبين فى اضـاءته فـــوق الحجب الناتج من الذره المنخفضـه وتتراكم كميه الحجب فى المنطقـه المظلمـه فى الرسم وهذا مع الوقت يزيد تأثيره ونحتاج الى اضافه مصابيح اخرى او زياده شده المصباح مستهلكا طاقه اكثر .
بذلك تظهـر النظافه عـاملا من اهم المعـامـلات التى تساعـد على تجنبنا الفقد فى الطاقـه اللازمه للاضـاءه حيث انه من خلال النظافه المستمره والجيـده يمكننا التقليل من الطاقه الكهـربيه التى تعطى الشـده المطلوبه من الاضـاءه ويزيد من هذه الاهميـه انه ينظر الى

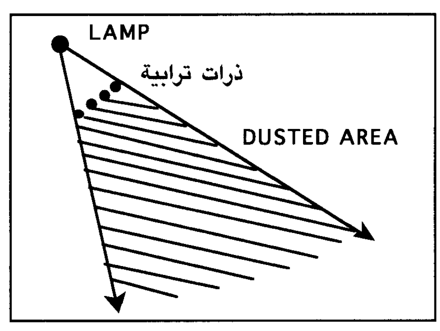


الشكل رقم ٣ـ٩: تاثير ذره الاتربه فى حجب الضوء عن السطـــــــح المضاء

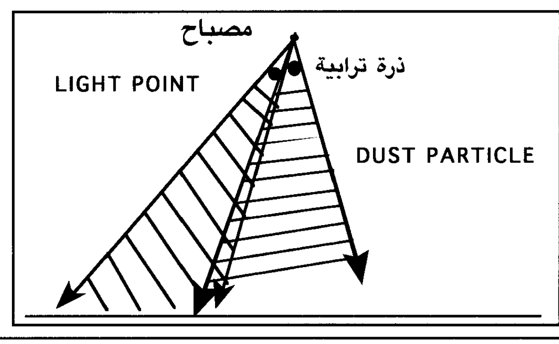
النظافه على انها بعيـده تماما عن الطاقه الكهـربيه الا انه بالتاكيـد لايمكن الاستغناء عنها والا سيكون الفقد فى الطـاقه الكهربيـه عن طريق زياده قدره المصـابيح كبيرا مما يجعلنا نرفع القدره الكهربيه الى الضعف احيانا للحصول على الشده الاضائيه المطلوبه .

امـا اذا تراكمت الاتربه متجـاوره على سطح غطاء المصبـاح واصبحت متجـاوره فيكون التاثير اشمل على المنطقه المضـاءه كما هو واضح من الرسم الموجود فى الشكل رقم ٣ـ١٠ حيث المنطقـه كلها مخططه تحت طابور الاتربه المتجـاوره مما يؤثر فى الطاقـه الضوئيـه المطلوبه لاداء العمل المراد تنفيـذه ويكون المطلوب من الطاقـه الضـوئيه اكثـر ويؤدى الى استهلاك زائـد من الطاقه عمومـا واذا تراكمت الذرات الترابيه فـوق المصباح ذاته فيكون التـاثير اضـخم من التصـور السـابق لان ذلك يؤدى الى حجب اكبر للضـوء السـاطع من المصباح مثل ما هو مرسـوم فى الشكل رقم ٣ـ١١ حيث يبين ذره ترابيه واحده على سطح المصباح وتأثير ه الشامل على المنطقه وحجب الضوء عنها .

يزيد من اهميه الاضاءه فى حياتنا اليوميه التقدم الذى ظهر مع التطور الملحوظ فى المعيشه والعمل وظهـور المبانى الضخمـه واصبح الكثير منها مجهـزا بقاعات للنـدوات وصالات لاستقبال العملاء وامـاكن خاصه لعرض احـدث المنتجات بالاضافه الى المعـامل الحديثه والورش المتقدمه والمطـاعم الفاخره واماكن انتظار السيـارات متعدده المداخل والمخارج



الشكـل رقـم ٣ـ١٠: التاثير التراكمى لحجب الضـوء عـن السطح بتجـاور ذرات الاتربه



الشكـل رقـم ٣ـ١١: تأثير ذرات الاتـربه على سطح المصبـاح لحجب الاضـاءه عـن السطح المضاء

والادوار وكل هذا قد يتطلب التركيبات الحديثه من الاضاءه حتى تتحقق الراحه في الرؤيه مع توفير درجات الامان المقننه علاوه على تحسين مستوى الاداء خصوصا وان الاحمال الكهربيه في الاضاءه تعادل ما لايقل عن ٣٥٪ من استهلاك الطاقه في مثل هذه المباني .

وحيث انه تم تطوير الانظمه الضوئيه خلال الثمانينات نتيجه التقدم التكنولوجي وهي ما تستخدم بصوره واسعه في الدول المتقدمه على وجه الخصوص وتتمثل اهمها في :

١ـ مصابيح الكومباكت فلورسنت وهي وحدات اضاءه حديثه تستهلك القليل من الطاقه وصغيره الحجم ومطليه السطح من ثلاثي كرومات الفوسفور وهي من نوعين اما بدمج الترانس الالكتروني مع المصباح ذاته او يترك بوحداته المستقله كالمعتاد ويوفر هذا النوع من المصابيح ما يقرب من ٨٠٪ لانتاج نفس شده الاضاءه من المصابيح ذات الفتيل بالاضافه الى زياده عمر المصباح الافتراضي الى ١١ مره تقريبا من النوعيات المتوهجه ذات الفتيل .

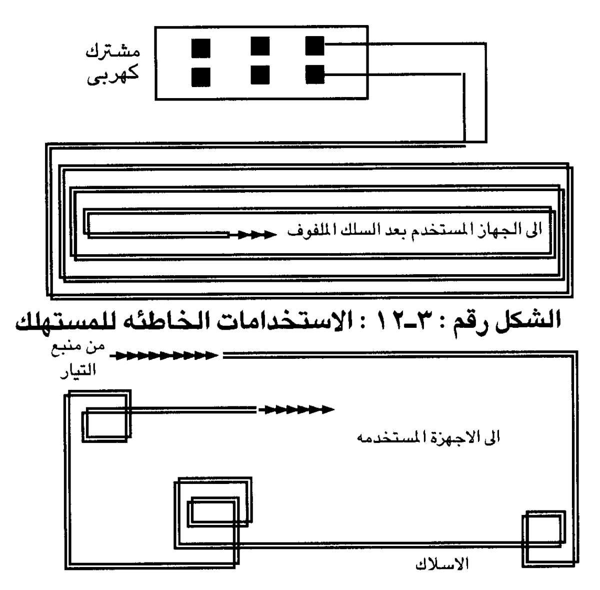
ويتميز الطلاء الداخلي ثلاثي كرومات الفوسفور بانه يتكون من ثلاث انواع من عناصر الفوسفور معا النادر النوعيه الذي بدوره يعطي مجالا لانعكاس الضوء وموجاته في نطاق اوسع فيزيد من انعكاس الضوء الاحمر والاخضر والازرق وبذلك يرتفع مستوى الاضاءه بنسبه تصل الى ٢٠٪ أعلى من المعتاد .

٢ـ مصابيح الترايكروماتيك فوسفور الفلورسنتيه وهي نوعيه صغيره الاقطار وتستخدم الطلاء الداخلي من ثلاثي كرومات الفوسفور بدلا من الزرنيخ والكاديوم قبلا وتمتاز هذه النوعيه بان معدل التآكل لطبقه دهان الكاثود فيها يقل الى النصف تقريبا وهو ما ينتج عن الفصل والتوصيل المستمر لانتاج التآين المطلوب حدوثه داخل هذه المصابيح حتى تعطي شده الاضاءه المطلوبه بالقيمه المحدده لفتره عمر الاداء المحسوب لهذه المصابيح .

رابعا : استخدام الادوات والاجهزه الكهربيه في المنازل عاده ما يكون سيئا لدرجه انه يضيف الى الفقد في الطاقه الكثير ، وخصوصا وان البند السابق يلمس نوعيه الاجهزه والادوات الكهربيه من حيث خواصها الكهربيه اما نحن هنا بصدد كفاءه الاجهزه واسلوب استخدامها وتأثيره على الطاقه المفقوده ويظهر العيب في هذا الاسلوب الاستهلاكي بصوره جليه مع استخدام السخانات الكهربيه وتركها لفترات طويله تعمل بالرغم من ان المياه بداخلها قد وصلت الى الدرجه العليا من الحراره الا ان استمرار التسخين يستهلك الطاقه الكهربيه من خلال تبخير المياه الناتج بعد ذلك فيتسرب البخار من الوصلات المائيه ويحل محله الماء البارد والذى سيحتاج الى الكثير من الطاقه الكهربيه ليتم تسخينه وتضيع بذلك علينا الكميات الكبيره من الطاقه يوميا ولفترات طويله .

ياتي استخدام التوصيلات الكهربيه الخاطىء بصفه مستمره على راس قائمه الفقد ايضا بالرغم من ان قيمه كل فقد منهم على حده صغير جدا يكاد لايذكر الا انه بالتجميع الشامل المتتابع تصبح على المستوى القومي القيمه عاليه وهو ما يدعونا الى الاهتمام بهذه النقطه لانها ستوفر لنا من الطاقه الكثير دون مجهود وهو ما يقدمه الرسم رقم ٣ـ١٢ حيث

يعرض بعض الاستخدامات لذلك السلك المسمى با لمشترك لتوصيل الاجهزه الكهربيه .
البعيده من البريزه الكهربيه وبالتالى يكون اسلوب الاستخدام الامثل مطلوب حيث ان استخدام السلك الملفوف حول بعضه يؤدى الى فقد كهربى من نوعيه الفقد الظاهرى ويؤثر فى معامل القدره علاوه على الجانب الخطر منه وهو احتماليه توليد حرارى فى هذه البقعه مما قد يؤدى الى حرائق دون ادراك المستخدم لهذه التوصيله .



الشكل رقم : ٣-١٢ : الاستخدامات الخاطئه للمستهلك

الشكل رقم ٣-١٣ : توصيلات ضاره بعمليه الفقد الكهربى

خامسا : الاجهزه الالكترونيه فى تطور دائم وقدره الاجهزه تتناقص يوما بعد يوم نتيجه التقدم العلمى المستمر مما نجد انفسنا معه متأخرين عن الدول المتقدمه ويجب علينا التطور معهم الا انه ايضا يجب احلال واستبدال جميع الاجهزه الالكترونيه قديمة الصنع وهى التى تعمل بنظام الصمامات الالكترونيه باخرى حديثه تعمل بدوائر الترانزيستور .
هذا هام وضرورى من اجل التقليل من الطاقه اللازمه فيؤدى لتخفيض الطاقه المستهلكه لتشغيلها بالرغم من صغر قيمه هذه الطاقه وخصوصا اذا ما كثر عددها الى حد التضخم الخطير على المستوى الشامل للبلاد كما ان الموضوع يكون اخطر وذات اهميه خاصه بالمنظور الدولى حيث ان مثل هذا الفقد يتكرر فى البلاد جميعا على المستوى العالمى مما يضعه فى مقدمه الموضوعات الهامه التى تعتبر من الاعمال الاستراتيجيه عالميا فى السياسات الطاقيه كما انه من الممكن ان تكون الاستخدامات دائمه التركيب خاطئه ليست

مؤقته مثل المشترك مثل ما هو معروض فى الشكل رقم ٣ـ١٢ والذى يبين تركيب الاسلاك اضافيا فيلجأ الفرد الى اسلوب المسمار على الحائط والبرم حوله كوسيله لتثبيت السلك فى الانحناءات فى طريق التـوصيله وهى ايضا تؤدى نفس الدور الســابق فى الشكل رقم ٣ـ٧ مما يزيد من الفقـد الظاهرى وبالتالى خفض معــامل القدره ويزيد من اهدار الطاقــه التى يمكن الاستفاده منها .

يقدم الشكل رقم ٣ ـ ١٣ الرسم التخطيطى لايضاح التوصيلات الخاطئه عند الاستخدام وهو الذى يشغل بال البشريه اليـوم من أجل الغد المشرق الذى نتوقعـه وتنتظره الاجيال المقبله يعيب هذه التـوصيلات أنه غـالبا مــا تتواجـد بكثرة فى المنطقــة العربيــة من حيث إسلوب الحيـاة البسيط الذى لا تؤخـذ معه بعض الموضــوعـات السهلة فالقليله الأهميـة بمأخذ الأهمال احيانا. هـذا هو ما قد يتسبب احيانا بطريق غير مبــاشر فى بعض الخسائر مثل حـاله الفقد الكهـربى نتيجـه الاستعمال اليومــى أو فى الأماكن البعيـدة عن الاشراف الفنى. كما انه يمس الموضوع العام عن الثقـافة الكهربية والاستهلاكيه للطاقــة الكهربيه وهو ما يجب ان تساهم فيه وسائل الأعلام.

لايختص الأمــر بجهه الفقـد فى الطاقــة فحسب بل أنه يختص بالتلوث الحادث اليـوم على الســاحــة العــالمية للبيئـه بكل مكوناتها وأشكالها التى تزداد ســوءا كل يوم ونحتــاج إلى التكاتف القـــوى والمتين للتغلب على هذه الصعـــاب التى قـد ابتلينا بها نتيجــه الاهمال البشرى فى استعمال نعمه الله على الارض والاستهانه بكل مــا هو حوله . ومن هذا المنطلق يجب ان نعلم جميعا بلا استثناء ان الكل هو جزء من الحياه التى وهبنا اياها الله سبحانه وعلينا ان نعمل سويا من اجـل الحفاظ على البيئه التى نعيش فيها لتكون نظيفـه نقيه غير ملوثه وبلا شــوائب ولذلك فان التوصيـلات الكهربيــه المعيبه تشــارك ولو الى حد قليل فى عمليه التلوث البيئى وان كان محدودا .

لا يتوقف الامــر عند هذا بل يجب ان تتبع الوسائل السليمــه والصحيحه فى التــوصيلات حتى ولو كانت تهدر مــا لايذكر لانه فى النهايه مــا يعود بالوفر من هذه الطاقــه ستسفيد منه الامه فى اماكن اخرى وتوفـر من التلوث الحادث على الساحه وهى من الظواهر الهامه والمرعبه للانسانيه لما تخلفه من مخاطر على حياه الانسان مستقبلا .

الفصل الرابع
توليد الطاقه الكهربيه
GENERATION OF ELECTRIC ENERGY

ان مصادر الطاقه المنتشره فى العالم تختلف من بلد الى آخر وتمثل ثروه قوميه لمالكها كما انها تعتبر اساسا ضروريا للدخل القومى وياتى فى مقدمه هذه الطاقات جميعا الطاقه الشمسيه كطاقه جديده ومتجدده ولاتدفع الدوله اموالا طائله للحصول عليها بل تأتينا بلا مقابل او مجهود مما يساعدنا على التفكير الجاد لاستغلالها والاستفاده منها ومن منتجاتها الاخرى بكل الاشكال الممكنه حتى نستطيع الوصول الى احسن استخدام للطاقه عموما على وجه الارض .

وكما هو معروف فان الطاقه الشمسيه فى الوطن العربى كثيره ومتوفره ومتعدده الانتشار بين اقطارها مما يدعونا الى المحافظه عليها ورعايتها حتى يطول ويتفرع اساليب استخدامها لصالح الامه العربيه ككل وتسخير ذلك من اجل نهضه البلدان العربيه فى المجالات الاخرى والتى تقوم اساسا على الطاقه كمصدر للوقود .

ان استهلاك الطاقه يجب ان يتبع الاصول الفنيه والهندسيه حتى يمكننا استغلالها بافضل الطرق بلا تبذير وتخزين المتوفر منها لاستخدامه عند اللزوم ومحاوله ايجاد السبل والوسائل الجديده لاستغلالها وقد قطع العلماء العرب وفى مختلف انحاء العالم غربا وشرقا اشواطا طويله فى هذا المضمار حيث يعملون بكد على الاستفاده من الطاقات الطبيعيه التى وهبنا الله لننعم بها مثل الطاقه الشمسيه والطاقه الضوئيه المصاحبه لها وغيرهما من الخير والبركات .

تشمل الطاقه الجديده والمتجدده كل الطاقات اللانهائيه بمعنى التى لاتفنى حتى لا يهدرها الجهل البشرى على البسيطه كما حدث فى الماضى ومازالت امكانيه ضياعها قائمه لو تركناها بلا استخدام لانها حاليا مكلفه بالمقارنه الى غيرها من الطاقات التقليديه المعروفه فالان لابد من تحمل المشقه والكد بنشاط من اجل الاجيال القادمه وحاضر الامه العربيه الذى لايقل اهميه عن غيره حتى يعيش الانسان العربى اياما مشرقه وحتى يتذكر نعمه الله علينا ونحمده ونشكره على ما وهبنا وتعتبر الطاقه الشمسيه اول الطاقات الجديده والمتجدده واساسها لمصاحبتها الارض ومنتشره كطاقه بكميات هائله لانهائيه فتضيع علينا ان لم نحسن الاستفاده منها ونؤكد على ان المصدر الرئيسى لكل الطاقات بلا استثناء هو الشمس حيث انها تتميز فنيا وعلميا بالعديد من المميزات التى تنفع الانسان على وجه البسيطه ولابد من استغلالها على اكمل وجه لصالح الوطن العربى كله بلا استثناء .

كما انه من الضرورى المضى قدما دون تردد بل ليكون ذلك بمنتهى الاهتمام والجديه البالغه فى التوسع والانتشار السريع وعلى كافه المحاور العامه لوضع طريق استخدامات الطاقه الجديده والمتجدده وطرق توليد الطاقه الكهربيه منها فى الحيز التنفيذى بالتشجيع والدعم الوطنى للمواطن من اجل تحسين التقنيات الحديثه واستغلالها من اجل رفاهيه المواطن العربى .

٤ـ١ : طرق توليد الطاقه الكهربيه
CONCEPTS OF ELECTRICITY GENERATION

تتنوع طرق وسبل انتاج الطاقه الكهربيه فمنها ما بدأ منذ القدم بينما هناك غيرها ما زال تحت البحث والدراسه ولم يرى النور حتى اليوم وقد مرت الايام والاحقاب تتوالى مع التقدم العلمى والتقنى الهائل الذى يزداد معدل نموه من لحظه الى ما تليها واصبح معها المسايره امرا يحتاج الى اليقظه الدائمه والارتقاء فى الفهم والادراك وهكذا نرى الشكل رقم ٤ـ١ يعرض التقسيم العام للرؤيه الحاليه لطرق انتاج الطاقه الكهربيه على المستوى العالمى فمنها نجد التقسيم الاساسى الى نوعين هما :

١ـ الطرق التقليديه Traditional methods

حيث تشمل الطرق القديمه المتبعه فى انتاج الطاقه الكهربيه وهى ما نعبر عنها اما بالمحطات الحراريه او تلك التى تعتمد على السدود والمساقط المائيه .

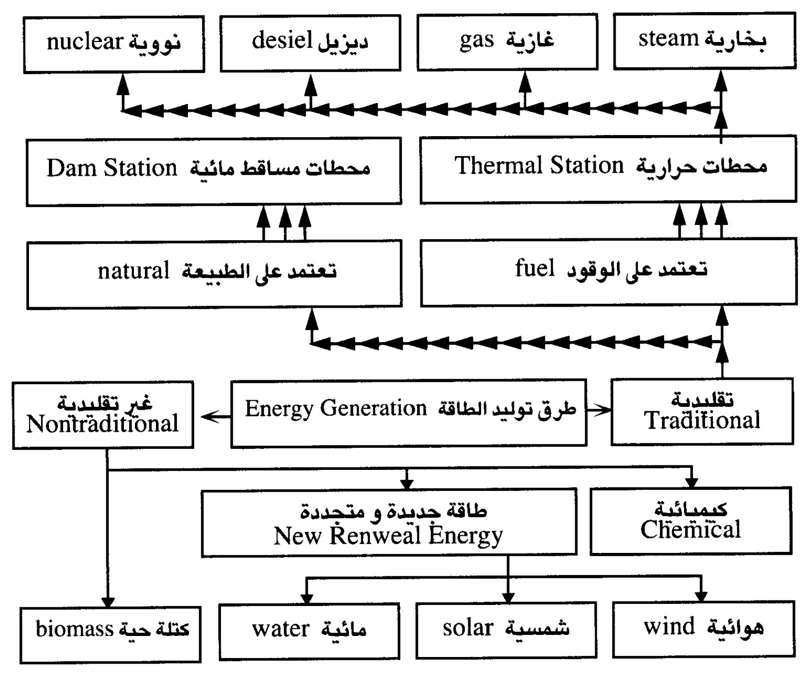
٢ـ الطرق غير التقليديه untraditional methods

حيث تشمل كل المحاولات الحديثه الناجحه منها او تلك تحت البحث والدراسه وتعتمد على الطاقه الجديده والمتجدده بجانب المحاولات الكيميائيه لاستغلال التقدم العلمى بالاضافه الى غيرها كما هو موضح فى هذا الباب تفصيلا وعلى النحو المبسط ليسهل فهمه من القارىء العادى والطالب والمتخصص حتى المهندس المصمم فى هذا المجال .

وجدير ان نشير الى تواجد العديد من الاشكال فى الطاقات الطبيعيه والتى يمكن استغلالها بنجاح فى اطار هذه الموجه الحديثه لايجاد السبل المتنوعه لانتاج الطاقه الكهربيه حتى وان كانت ماتزال فى طى الكتمان او تحت البحث والدراسه مثل :

١ـ الطاقه المغناطيسيه الهيدروديناميكيه Magneto hydro dynamics

٢ـ الخلايا الوقوديه Fuel cells



الشكل رقم ٤ـ١ : التقسيم العام لاشكال توليد الطاقه الكهربيه

٤ـ٢ : المحطات الهوائيه WIND STATIONS

ان تحويل طاقه الرياح الى طاقه كهربيه امرا معروفا منذ القدم الا انه من الممكن استخدامه حاليا على مستوى واسع وبدون اجهاد يذكر بالرغم من انتاجه كميات غير ثابته من الطاقه الكهربيه طبقا للتقدم الحضارى للانسان فى الوقت الحاضر واعتماده الكلى على استمراريه تغذيته بالطاقه مما يجعل الاعتماد الكلى المباشر على طاقه الرياح فى توليد الطاقه الكهربيه امرا غير منطقيا ويلزم معه الربط مع مصادر اخرى لتوليد الطاقه عند اختفاء طاقه الرياح او حتى عند انخفاض قيمه الطاقه الديناميكيه المتاح استخدامها فى عمليه توليد الكهرباء بصوره عمليه .

اضافه الى ما سبق نجد ان طاقه الرياح وفيره فى بعض الاماكن الموجوده على خريطه توزيع الرياح على الكره الارضيه والذى يؤكد على اهميه استغلال طاقه الرياح وضروره اقامه المزارع الرياحيه فى مهب الرياح معتمدا على العوامل الجويه مع ضروره الربط بينها وبين الشبكات الكهربيه التقليديه حتى تتكامل الصوره الاستهلاكيه للطاقه على المستوى

القـومى . ان مزارع الرياح منتشره على المسـتـوى الاقليمى والدولى وهى مشجعـه عن غيرها من الطاقات المتجـدده الا انها تحتاج الى المساحات الشـاسعه من الاراضى لبناء المزارع مما يرفع تكلفه الانشاء بينما تكاليف الصيانه الروتينيه محدوده مما يساعد ويشجع على المضى قـــدمـــا نحـو الانتشـــار فى استخــدام مـــزارع الرياح لتـــوليـــد الطاقـه الكهـــربيـــه الشكل رقم٤-٢ (ص : ٩٧) .

كما انها تتميز ببسـاطه تحويلها الى طاقـه كهربيـه باستخدام مـزارع الرياح التى تحول الطاقه الدينـاميكيه الى كهربيـه وتستخدم بسهـوله وبساطه فى الاماكـن النائيه فى الانارة وضخ المياه وغيرها من التطبيقات المفيده مما يسـاعد على توفير الطاقه الكهربيه او غيرها اللازمه لانتاجها وبالتبعيه ايضـا توفر الوقود المتمثل فى البترول والفحم والغاز الطبيعى وغيرهم .

استخدامات طاقـه الرياح كثيره ومتنوعه ويجب الانتفاع بها من اجل امتنا العـربيه سواء فى انتاج الطاقه او فى مجال استهلاكها وتغطيه مـا يمكن سد احتياجاته منها وهناك الكثير من الاستخدامـات الفعليه اقليميـا وعالميا ففى كـاليفورنيـا بالولايات المتحده الامـريكيه مـزارع رياح بطاقه ١١٠٠ ميجـاوات وفى شمال اوروبا الغـربى حيث الرياح النشطه تم توليـد مـا مقـداره ١٣٠٠ ميجـــاوات وفى مصر مشروع رياح رأس غـارب بطاقـه ٤٠٠ كيلووات وكهربه القرى النائيه فى محافظه مطروح .

استخدام مزارع الرياح قـد يأتى بالمشاكل التقنيه الجديده علينا عند الربط مع الشبكات الكهربيه التقليـديه ويمكن التغلب عليها بالبحث والدراسه لتوفـر علينا الكثير من الطاقه المقـابله لذلك اذا تم استخـدام البترول او الغـاز الطبيعى او غيره من الخامات العـربيـه والذى سيعود علينا بالخير والتقدم واحتفاظنا بالكم الاحتياطى من الطاقه لفتره اطول .

٤-٣ : الطاقه الحيويه Bioenergy

بعـد ان كـان الانســان يلقى المتبقى على الارض ونظـرا للتـزايد العـددى لسكان الارض فاصبح من الهام الاستفـاده بكل ما هو ممكن ومن هنا نجـد ان البقايا بالامس اصبحت ضروريه اليـوم ومـا هو غير ضرورى اليـوم سيكون هامـا غـدا فـاذا مـا امكننا كما هو معروف استخدام خـام الوقود او مشتقاته لانتاج تيـار سريع من الغاز لكى تندفع نواتج الاحتراق الى ممر به حبيبـات معدنيـه حتى تعلق الغازات الناتجه بها وبذلك تصبح مـاده مـوصله للكهرباء كما انه باستمـرار دفع الغـاز الممتزج بالحبيبـات بين قطبى مغناطيس حتى تتولد الكهربـاء نتيجه هذه الحركه بالاضافه الى ذلك نجـد انه من الممكن الاستفاده من العادم فى نفس الوقت وهو المحتوى على طاقـه حراريه ليست بالقليله فى تحويل المياه الى بخار .

وقد تم بالفعل التنفيـذ الفعلى لهذا النوع من المحطات الكهربيـه فى عام ١٩٥٨م بالاتحاد السوفيتى سابقا بقدره ٢٥ ميجاوات ثم تلتها اخرى بقدره ٥٠٠ ميجاوات وتتجه ايطاليا

وبعض الدول الاوربيه الى انشـاء مثل هذه المحطات ومازلنا نتوقع المزيد فى مختلف البلاد مستقبلا – شكل رقم ٤–٣ (ص : ٩٧).

ان النفايات الحيويه المتمثله فى بقـايا الطعام عموما سواء للانسان او الحيـوان بالاضافه الى المخلفات الحيوانيه وهى مـا كانت من العادم فى الماضى الا انها الان اصبحت من المواد الهامه حيث انها تحتوى على كميات ليست بالقليله مـن الطاقه الحراريه اللازمه للانسان فى جميع انحاء المعموره .

الطاقه المختزنه فى بقايا المواد الحيويه المتمثله فى بقـايا المواد الغذائيه او بقايا النباتات او مخلفات القمامه بالاضافه الى مخلفـات الصرف الصحى وهى المعروفه باسم طاقه الكتله الحيـه ستكون طاقـه مهـدره ان لم نحسن استغـلالها لخدمـه الانسـان على الارض مما يدعـونا الى ضروره التفكير واتخاذ الخطوات المناسبـه للانتفاع بها كطاقـه حـراريه لاجل رفاهيـه الانسان بعـد ان كانت تمثل عبئا فى التخلص منهـا كبقايا او مخلفـات ضاره غير نافعه وهو الاتجاه الضرورى الان .

ان استخدام الكتله الحيه كـوقود لانتاج الطاقه الحراريه يمثل نفعا مزدوجـا نتيجه انتاج الطاقه بجـانب التخلص من البقايا التى كـانت ضاره فى الماضى وهذا بدوره سيـوفر من قيمـه الطاقـه المقابله فيما لو استخـدمت انواعـا تقليـديه وقد احـس العالم بهذه القيمـه واتجهت الدول للاستخدام الفعلى لها مثل الهند والصين حيث الكثـافه السكانيه العـاليه والعدد الهائل من الحيوانات المستخدمه مما يزيد من كميه الكتله الحيه والطاقه الحراريه التى يمكن الانتفاع منهـا .مصادر الكتله الحيه تختلف كما ونوعـا من بلد لاخر ومن مكان الى غيره عالميا وعربيا كما ان انتاج الكهـرباء من طاقه الكتله الحيه من خلال افران تسمى المخمـرات اللاهوائيه ذات سعـات كبيره لتزيد قـدره المخمـرات وكفاءه انتـاجها للطاقـه الحراريه لاجل الحصول على الغاز الحيوى وهو الـذى يحتوى على اكثر من ٦٠٪ من غاز الميثـان المستخدم بدوره فى تسخين الميـاه اللازمه لانتـاج البخار المندفع الى التـوربينات لانتاج الطاقه الكهربيه مباشره .

٤–٤ : ابراج توليد الكهرباء ELECTRIC GENERATION TOWERS

تتميز الطاقه الشمسيه بعدم انقطاعها زمانا حيث انها تتوالى فى التواجد على الارض كما ان ظهور السحب الموسميه لايعوق الافاده منهـا فى الاوقات الصافيه او حتى اثناء الغيوم او تغير شـدتها مع الـزمـان او التـذبذب فى شـدتها زمـانا مما يكـون معـه من الضرورى الاستفاده من الطاقـه الشمسيه بصـوره تكامليه بين انحاء المعمـوره لتلبيه الاحتيـاجات البشريه ولخدمه الانسان . كما ان تاثير زاويه الاشعه وهو من المعاملات الهامه من اجل الاستفاده القصوى من الاشعه الساقطه لان زاويه السقوط العاموديه للاشعه المباشره الافضل لالتقاط الطاقه كما انها تتغير دوريـا الى ٢٣,٤٥ درجه فى ٢١ يونيه ثم –٢٣,٤٥ درجه فى ٢١ ديسمبر بينما تكون صفرا فى ٢١ مارس و ٢١ سبتمبر من كل عام .

تشير الدراســـات الى امكانيـــه الاستفــاده من الاشعـــه الشمسيـــه من اجل التغلب على الصعوبـات التى قد تواجهنا فى هذا الصـــدد ولذلك نجد انه علينا تفهم الاسس الهنـدسيه للاستفــاده منهــا والتغلب على الصعــاب ففى حــاله تكاثر السحب يمكن الارتقــاء بسطح استغــلال واستقبال الاشعــه عاليــا ليكون فــوق السحب وان كان ذلك الان خيــالا الا انه سيكون واقعــا عمليا فى المستقبل القــريب وهذا مــا ندعوا الله لنا بان يوفقنا فى استخـدام نعمه على اكمل وجه فى جميع انحاء المعموره .

تنتشر هذه الطاقــه على كل الكره الارضيــه ســواء كــان اليابــس منها او الميــاه فى البحـار والمحيطات ولكن توزيعها بكميات وشده مختلفه طبقا للتغير المناخى المتباين مكانا وزمانا كما ان التــاثير المكانى يعتمـد على ميل محور دوران الارض حول نفسهــا مـع الاستــداره الكرويه فتعرض بعض الاماكن الى الاشعــه الشمسيه اكثر من غيرها كما ان توزيع خطوط العرض يظهر استقبالا اقوى للاشعه عند خط الاستواء من اى مكان أخر على البسيطه .

التاثير الزمنى يتعلــق بالتغير التابع لفصول السنه فمن فصل الـربيع المعتدل او الصيف الحار الى الشتاء البارد الى الخريف وهو المتقلب بشكـل واضح كما ان الامر لا يتوقف عند ذلك فــالتغير مستمــر بصفــه لانهائيــه وان هذا الحد مــن التقلب يصل احيــانا الى التغير اليـــومى ذاته من الصبــــاح الى الظهيره الى الليل وهذا مــــا يعتبره الكثيرون من العيـــوب الموجوده الواجب التغلب عليها مهما كــان يتطلب هذا منا من الكد والتعب بالاضافه الى ان الوقت الواحد من اليوم قد يكون متدرجا فى تغير الطاقه بينما قد يكون متقلبا بشده احيانا ولهذا من الضرورى الاجتهــاد والعمل المتــواصل للارتقــاء بمعدل الاستفــاده من الطاقــه الكونيه فى عالمنا العربى لانها من اكثر الطاقات فى بلادنا انتشارا ويتمتع بها المناخ العربى لفترات طويله تزيد عن غيرها من بلدان العالم الاخرى .

مادامت الطاقــه الشمسيه ممكن تحويلهــا لطاقه اخــرى كتحويلها الى طاقــه كهربيــه اما مبــاشره او باسلوب غير مباشر اما عن الاسلوب المبــاشر فيستخــدم فيــه انظمه التركيــز CONCENTRATOR SYSTEMS حيث يستخدم ابراج القوى والذى يتمثل فى حقل شاسـع من الارض يتــم تركيبــه عليهــا مع النظم الضوئيــه OPTICAL SYSTEMS اللازمــه ومن الضرورى توجيه مستقبل الاجهزه الضوئيــه الى الاشعه الشمسيه بافضل زاويه استقبال ليقوم بارسال اكبر طاقه ممكنه الى برج القوى بتركيز شديد درجه حراره المياه فوق البرج الى درجه حــراره الغليان مبخرا لها فيـدخل الى التوربينات فتتــولد الكهرباء ولذلك تسمى محطات كهرباء الحراره الشمسيه – شكل رقم ٤–٤ (ص : ٩٧).

٤–٥ : المحطات الفوتوفولطيه PHOTOVOLTAIC STATIONS

تتميز الطاقه الكونيه ببساطه تحويلها المبــاشر الى الطاقه الكهربيه وهى الصفه المميزه لها وذلك من خــلال استخـدام الخلايا الفوتوفــولطيــه لتحــويل الاشعه الشمسيــه الى طاقــه كهربيــه نافعه مؤديه الى وفــر من الطاقه الكهربيــه او غيرها اللازمه لانتاجهــا وبالتبعيه

ايضا توفر الوقود العـربى التقليدى مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى وغيرهم بالرغم من ان كمياتها ضئيله جدا الا انها ستساعد بدون شك فى الحفاظ على الطاقه ككل .
اتساع الرقعه الشاسعه من الاراضى الصحراويه يعتبر الثـروه القوميه الثانيه بعد الذهب الاسـود فى بلادنا العـــربيـه وهو مـا يلزم الاتجاه نحـوه للاستفـــاده من هذه الاراضى واستغلالها لانتـاج الطاقه الكهـربيه خصوصـا وان هذه الطاقه نظيفـه ولا ينتج عنها اى تلوث بيئى وهذه المساحات لازمه لنشر مستقبل الاشعه الكونيه ويمكن تقليلها باستخدام المسطحـات الموجوده فعـلا ومستغله ومشغـوله فعـلا لكى يتم توفير ثمن الارض اللازم لاقامه المحطات الكهربيه ولا يفوتنا هنا ان استغلال مساحات اسطح المبانى بالاضافه الى ان السيارات تعتبر وجـود الشمس فوق سطحهـا ضارا مما يزيد من قيمـه استخدام هذه المسطحـات لاستقبال الاشعـه الكونيه كى يمنع سخـونه سطح السياره الضـار ويصبح مفيدا ليكون مزدوج الفائده ويزيد الميـزه الاقتصاديه كما يمكن الاستفاده من المساحات الشاسعه من الصحراء العربيه كمزرعه لانتاج ونقل الطاقه الكهربيه .
اما عن الطريـق غير المباشر للاستفاده من الطاقـه الشمسيه وتحويلهـا الى طاقه كهـربيه فيكون باستخدام الخلايا الفوتوفولطيـه بالرغم من انها باهظه التكاليف فقد يصل تكلفه الكيلووات الى ١٢ دولار احيـانا علاوه على انه من المطلوب المســاحات الشـاسعه اللازمـه لاقامه مثـل هذه المنشأت وهى المسماه بالمحطات الفوتوفولطيه حيث يتطلب مســاحه من الارض قد يصل الى ١٢٠ كيلو متر مربع لاقامـه محطه تنتج حوالى ١٠٠٠ ميجاوات طبقا لهندسه المرايا الضـوئيه المستخـدمه كما هو الحال فى جنوب اوروبا على عكس المســاحه المطلوبه لاقامه المحطات التقليديه الحراريه والتى تكون فى حدود ربع كيلو متر مربع فقط لانتاج نفس الكميـه من الطاقه الكهربيـه مما يعتبر عيبا رئيسيـا لانتاج الطاقه الكهـربيه باستخـدام المحطات الفـوتوفـولطيـه - شكل رقم ٤-٥ (ص : ٩٧) وبالرغم من العيب الاقتصادى على الساحه الا ان هذا النوع من المحطات يتميز بالاتى :
١- لا تحتاج الى وقود مما يقلل التكلفه .
٢- عمرها الافتراضى طويل بالمقارنه مع غيرها .
٣- لا تحتاج الى نظم لنقل الوقود .
٤- تكلفه صيانه التشغيل قليله .
٥- تساعد على اطاله عمر الطاقه الاحتياطيه فى العالم العربى .
٦- احجامها بسيطه وقليله تكفى للاستهلاك المحلى .
٧- لاتحتاج لنظم حمايه باهظه التكلفه .
٨- مامونه التشغيل من الناحيه الفنيه .

الا اننا نجد بجوار ذلك العيوب المتعدده التى تبطىء من سرعه الحركه فى اتجاه استغلالها ويمكننا الان توضيح اهمها كما يلى :

١ـ الاحتياج الى مجمعات للطاقه ذات احجام كبيره وخصوصا فى المناطق منخفضه الاستقبال للطاقه الشمسيه .

٢ـ ارتفاع قيمه التكلفه الانشائيه لبناء هذا النوع من المحطات .

٣ـ ضروره اضافه نظما لتخزين الطاقه وملحقاتها من اجهزه التحكم مرتفعه الثمن .

٤ـ الاحتياج الى اضافه معدات خاصه مكلفه لتحويل الكهرباء الى النوع المتردد .

٥ـ انخفاض معامل الكفاءه والذى يصل الى ٢٢٪ كحد اقصى .

من المشجع فى هذا المجال ان التكلفه الاقتصاديه لبناء هذا النوع من المحطات تقل مع الزمن قد اقتربت الان من الارقام المقبوله ومطلوب الكفاح والنضال العلمى المستمر لنصل الى اقل تكلفه حتى يصبح اقامه هذه المحطات امرا سهلا رخيصا لا يحتاج الى التردد كما هو الحال حاليا اضافه الى العديد من الاستخدامات الممكنه ومنها :

١ـ تشغيل المضخات والمحركات للتيار المستمر : وهو ما يمكن ابرازه على بعض التطبيقات مثل :

* اللنشات واليخوت والسفن
* مضخات المياه للشرب والرى
* مضخات البنزين فى محطات البنزين على الطرق السريعه النائيه .

٢ـ تغذيه احمال الاناره : بالمثل فانها تمتد الى العديد من الانواع التحميليه والتى يمكن ذكر بعضا منها كما يلى :

* اناره الطرق السريعه الصحراويه البعيده عن العمران
* اناره المنازل النائيه
* القرى والمنتجعات السياحيه
* الاعلانات على الطرق السريعه
* الاشارات الانذاريه للملاحه الجويه والبحريه وايضا البريه
* اشارات المرور وخاصه السكك الحديديه

٣ـ تحليه المياه بالتقطير

٤ـ كمحطات توليد متنقله او ثابته فى المناطق النائيه

٥ـ الحمايه الكاثوديه لخطوط انابيب البترول

٦ـ تشغيل الاجهزه الالكترونيه

ذلك من اهم التطبيقات التى لايمكن الاستغناء عنها بل هى الاساسيه الوحيده للامداد بالطاقه الكهربيه كما هو الحال فى السفن والمحطات الفضائيه علاوه على اجهزه الحاسب والساعات والاجهزه الدقيقه واجهزه التحكم والاستشعار لغروب الشمس بالاضافه الى اجهزه الاتصالات السلكيه واللاسلكيه فى الاماكن النائيه تحديدا .

٤-٦ : المحطات النوويه NUCLEAR STATIONS

فقد قام العالم الجليل بوهر فى نظريته بتفسير كيفيه ان يكون الانشطار فى نواه الماده المشعه كاليورانيوم بالرغم من القوه الرابطه التى تمسك مفردات النواه ببعضها البعض وكان مبسطا للغايه وتنشطر ذره اليورانيوم ٢٣٥ بروتون و ١٤٣ نيوترون ومن المعروف ايضا ان الجسيمات المتشابهه الشحنه تتنافر فكيف التنافر بين البروتونات نفسها معا مع الشرح لطبيعه القوى النوويه داخلها ويتم التعريف بوجود حامل للشحنات داخل النواه ويسمى بالميزون حيث تجرى التحويلات النوويه بسرعه فائقه ورغم ان البروتون والنيوترون يتقاذفان الميزون فانه لم يثبت وجوده الفعلى خارج النواه الا فى الاحوال الخاصه جدا عندما ينبعث من النواه نتيجه التفاعلات النوويه فقط .

يعزى التفسير الحديث للتفاعلات النوويه بالقوه النوويه بين مركبات النواه الى انها تنتج عن تبادل الميزونات بين البروتونات والنيوترونات وتفسر قوى التجاذب بين نيوترون وأخر او بروتون وأخر بانها نتيجه تبادل هذه الجسيمات لميزون أخر لاشحنه له . اما اذا قذفت الذره فانها تمتص هذا النيوترون المقذوف وتنقسم الى نصفين مع انبعاث لطاقه هائله وعددا من النيوترونات يتراوح بين ٢ او ٣ نيوترونا ، هذا وتتفاعل نواتج الانشطار مره اخرى مع الذره المجاوره وهلم جرا .

استخدام الوقود النووى لانتاج الحراره اللازمه لتبخير المياه والذى بدوره يدخل الى التوربينات محركا لها مما يؤدى الى توليد الطاقه الكهربيه ما هو الا صوره متقدمه التقنيه من المحطات الحراريه التقليديه وزياده على هذه التقنيه الحديثه نجد المخاطر الجمه الناتجه عن الاستخدام النووى فيما لو تم اهمال اى جزء صغير فى دوره العمل والتشغيل اليومى مثل ما حدث فى كارثه التسرب النووى من محطه كهرباء تشيرنوبل والموجوده حاليا فى دوله اوكرانيا ويعرض الشكل رقم ٤-٦ (ص: ٩٧) منظرا عاما لمحطه توليد الكهرباء النوويه .

الوقود النووى ذو قدره فائقه على اخراج طاقه حراريه هائله مما يساعد على الوفر الشديد فى الوقت اللازم لنقل الوقود التقليدى او حتى فى تكلفته اليوميه بينما نرى ان الوقود النووى بقدرات فائقه لايمثل الخطوره فى مرحله انتاج الطاقه الحراريه بل تبدأ خطورته الفعليه بعد الانتهاء من الوقود النووى وما يحتويه من طاقه يمكن استخراجها حيث انه سيكون عبئا اكبر على المحطه الكهربيه لوجوب التخلص من النفايات الباقيه من الوقود النووى وما لذلك من اضرار تاليه بجانب تلوث البيئه اشعاعيا .

من الضرورى التنويه الى انه بالرغم من ان انتاج الطاقه الكهربيه من الاشعه الضوئيه الساقطه على سطح الارض غير اقتصاديه فى الوقت الراهن الا انه لابد من استخدامه وايجاد الوسائل البديله الفنيه الملائمه لهذه المحطات لاجل تقليل التكلفه الانتاجيه لهذا

النوع من التكنولوجيا لان العرب اكبر المستفيدين منه لما سوف يعود علينا من وفر فى استهلاك خامات الطاقه التقليديه زياده على اتساع الرقعه الشاسعه من الاراضى الصحراويه كثروة قوميه .

الاتجاه النافع للوطن العربى فى المرحله الحاليه هو انشاء اتحاد عربى يدعمه الاقطار العربيه ليقوم بالدراسات اللازمه لتقليل التكلفه الانتاجيه لانتاج الطاقه الكهربيه من الاشعه الكونيه الساقطه فى المنطقه العربيه وخصوصا منطقه الجزيره العربيه والدول الخليجيه ككل بالاضافه الى الطاقه الضوئيه المصاحبه لها بكميات هائله لايمكن اهمالهاواهدارها لصالح الامه العربيه حاضرها ومستقبلا وعلى العرب دعمه لاستنباط السبل والبدائل النافعه المطروحه للحل من اجل استغلال الطاقه الضوئيه عمليا لتكون محل العنايه للاستفاده منها لصالح البلاد العربيه .

ونظرا لطول فتره الاشعاع الضوئى كان من المهم الانتفاع بها فى فن العماره لانها طويله زمنيا حيث تتراوح من ١١ ساعه فى الشتاء الى ان تصل ١٥ ساعه فى الصيف يوميا ومن هنا يجب الاستفاده من الاناره المباشره الناتجه عن الشمس فى اسلوب تصميم المنازل والبيوت والعمارات سواء كانت الاناره ناتجه عن الاشعه المباشره تماما او المباشره مع نسبه من الاشعه غير المباشره .

من الهام الاشاره الى ان الطاقه الضوئيه تتسم بسهوله تحويلها المباشر الى طاقه كهربيه من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئيه واسعه الانتشار العملى فى الكثير من الميادين الهامه والضروريه فهى تستخدم فى الاعمال الدقيقه ووسائل المراقبه وحمايه الاثار والى غير ذلك من التطبيقات الشيقه فهى عنصر هام فى الدوائر الالكترونيه الخاصه باجهزه التحكم السرى والعلنى وفى الدوائر العدديه للحاسبات الالكترونيه الصغيره واليدويه وفى دوائر التحكم الآلى الالكترونى .

بعد العرض المبسط للطرق المختلفه المتاحه على ارض الوطن العربى الممتد من الخليج العربى شرقا وحتى المحيط الاطلسى غربا ومن جنوب تركيا شمالا الى اواسط افريقيا جنوبا فانه من المقرر الان ان تتخذ الدول العربيه المواقف المشتركه من اجل الاستغلال الامثل للطاقات التى وهبنا الله سبحانه وتعالى على ارضنا العربيه فاستغلال الطاقه الجديده والمتجدده من جهه وترشيد استهلاك الطاقه التقليديه من الجهه الاخرى مع التاكيد على ان اى استخدام للطاقه الجديده والمتجدده يرتد مباشره على توفير الكميات المناظره من خامات البترول والفحم والغاز الطبيعى وغيرهم من الثروات العربيه والتى تستهلك فى المحطات الحراريه– شكل رقم ٤–٧ (ص : ٩٧).

توليد الطاقه الكهربيه بالسبل المتباينه صار مؤكدا على المستوى العالمى مما يوجهنا الى ضروره التركيز على توليد الطاقه من كل الطاقات المهدره فى الماضى مع حسن استغلال الطاقه بشكل عام حتى نطيل من عمر الخامات الاوليه المخزونه فى باطن الارض العربيه

ومن ثم الوصول الى المستوى اللائق للمواطن العربى مع قدوم القرن الحادى والعشرين.

٤ـ٧ : المحطات المائيه WATER STATIONS

من المعـروف ان الدول الغنيـه هى تلك الـدول التى تمتلك من الثـروات الطبيعيـه الكثير والكثير سـواء كانت هذه الثـروات زراعيه او صناعيـه بجانب اهم الثـروات على الاطلاق وهى تلك المواد الخام فى باطن الارض وما تحتـويه من مواد وعناصر كيميائيـه او طبيعيه خصوصـا وان باطن الارض يحتـوى كل مصـادر الطاقه التقليديه ويأتـى فى مقدمه الدول الغنيـه تلك الدول الصناعيـه ومن المهم ايضـا ذكـر اهميـه ان مصـادر الطاقه فى العـالم العـربى منتشره بين مختلف الاقطار باشكـال متبـاينه كما انها تعتبر اسـاسـا جـوهريا للدخل القـومى يمكن الاعتماد عليه بصـوره مباشره لرفع مستـوى معيشه الدوله سـواء كانت تقليديه او جديده ومتجدده .

يتمتع الوطن العـربى بمصادر الطاقـه التقليـديه وتتنوع فى الجوده والنوع وتستهلك مع مرور الزمن مما يستلزم معـه محاوله الاستفاده من الطاقات غير التقليديه بالاضـافه الى الطاقـه المتجدده مثل الطاقـه الشمسيه والهوائيـه والحراريه وغيرها كما ان الله لم يبخل على عبـاده فى الوطن العربى بان وهبهم فى البحـار والمحيطات من النعم مـا يحمده عليهـا ولذلك وجب علينا استحداث اساليب استخدامهـا لصالح الامه العربيه ككل وتسخير ذلك من اجل نهضه البلدان العربيه فى المجالات الاخرى والتى تقوم على عاتق المهندس العربى لانتاج الطاقـه كمصدر للوقود او كمحـرك اولى لانتاج طاقـه اخرى فى كافـه المجالات على غرار مـا قام به المهندسون باقامـه السدود ترويضا للطاقـه الساقطه فى الانهار – شكل رقم ٤–٨ (ص : ٩٧).

ان استخـدامات طاقـه البحار كثيره ومتنوعـه ويجب الانتفـاع بها من اجل امتنا العربيـه سواء فى انتـاج الطاقه او فى مجال استهـلاكها وتغطيـه ما يمكن سـد احتياجـاته من هذا النوع من الطاقه الجديده والمتجدده وهى الطاقـه التى وهبنا الله اياها ولن تزول الا بقيام الساعه كما انه هناك الكثير من الاستخدامات الفعاله سواء على المستوى الاقليمى او حتى العالمى حيث نجـد ان الدول المتقدمه قد قـامت بالفعل بانتاج الطاقه الكهربيـه من الطاقه الديناميكيه والحراريه فى البحار والمحيطات .

الطاقـه الديناميكيه الكامنه فى حـركه ميـاه البحر ذاتها وهى المعـروفه باسم حـركه المد والجزر تعتبر طاقه دائمـه ومستمره بلا نهايه الا انه يعيبها صغر القيمـه كما انه قد تمت المحاولات المتعـدده من اجل الاستفاده منها لتوليـد الطاقه الكهربيه وقـد تمت الانشاءات الفعليه فى هـذا المجال فى كلا مـن الولايات المتحده الامـريكيه وكندا بالاضـافه الى فـرنسا ولكن النتائج غير مشجعـه حتى الان وكذلك يوجد من العـلاقه المباشره بين حركـه القمر وحركـه المد والجزر فى البحار حيـث اذا ما صار القمـر فى افق من أفـاق البحر اخـذ ماؤه بينما فى المد مقبـلا مع القمـر ولا يزال كـذلك الى ان يصير القمـر فى وسط السماء فينتهى

الجزر ويصل منتهاه فاذا مازال القمر من مغربه ابتدأ المد ثانيه وتستمر هكذا وعلى وجه العموم فالمقصود هنا هو الانتباه الى مـدى التغير المتباين فى هذه النوعيه الهامه من الطاقه بالرغم من انه يتواجد العديد من الدول التى تهتم بها الى حـدود بعيده وقد قطعت مشوارا طويلا فى هذا الميدان .

الطريق امامنا مازال شـاقا وطويلا ومرهقا ويحتـاج الى المزيد من الجهد والعرق والصبر والمثابره للاستمرار دراسه وبحثا عن السبـل الفعاله لخدمه المجتمع العربى فى استغلال هذه الطاقـات الكامنه فى البحـار العربيـه من المحيط الى الخليج ولكننا نتـوقع أن ارتفـاع التكلفه الحاليه سيزول سريعا عن طريق الدعم المالى العربى المتكامل وتشجيع الصناعات الوطنيه لانتاج المعدات اللازمه لهذا النوع من انتاج الطاقه .

اولا : البرك الشمسيه والبحيرات SOLAR PONDS AND ISLANDS

فى البرك الشمسيه الضحله لمياه البحار تختزن الطاقـه الحراريه رافعه درجه حراره المياه فى القاع حيث تظهر طبقـه مياه عازله وفاصله بين طبقه ساخنه مختـزنه للحراره فى القاع والطبقه العليـا البارده نسبيا مما يسـاعد على استخدام فكـره وضـع توربينات بخاريه فى القاع لتعمـل بالسوائل العضـويه ذات درجات الغليـان المنخفضه مثل الامونيـا حيث ان درجه غليان الماء المالح لا تتعدى ٨٠ درجـه مئويه وهى من صفاتها الطبيعيه والمميزه لها حيث يندر مثل هذه المواد المتداوله بسهوله ويسر وقليله التكلفه لتؤدى الغرض المنوط بها لخدمه البشريه على وجه العموم .

من هنا نجد ان التـوربينات المستخدمه فى البرك الشمسيه تقوم بعمـل المحطات الكهربيه والتى يمكن استخدامها فى توليد الطاقـه الكهربيه ويعتبر هذا النوع من التقنيات رخيص الثمن على عكس الاستخدامات الاخرى المرتفعه التكلفه كما هو الحال مع الطاقه الشمسيه ويرجع اساسا الى بساطه المعدات اللازمه لهذا الغرض الا انه من العيوب الرئيسيه فى هذه المحطات هو انخفاض كفاءه التشغيل وبالرغم من ذلك نجد استخدامات فعليه لهذا النظام كما هو الحال فى الولايات المتحـده الامـريكيـه تحديدا والتـى تعتبر من اوائل الدول التى تعتمد على الوصول الى النتائج قبل غيرها فى هذا الصدد بجانب بعض دول اوروبا الغربيه والتى تهتم ايضا وتتسـايق مع غيرها لبلوغ النهايه وتحديد افضل السبل لاستغلال مثل هذه النوعيه من الطاقات .

ويمكن الاستفاده من هذه التقنيـه فى البرك والبحيرات الصغيره التى تتواجـد فى الصحـراء ولايسعنا الان الا ان نشكر الله على ان المنطقه العـربيه تحتوى على العـديد منها والمنتشر انتشارا تلقائيا فى كل ربوع الاقطار الشقيقه على امتداد العالم العربى ومن هذه التطبيقات الفعاله عباره عن تغذيه وامداد القرى الصغيره النـائيه والمنعزله سواء كانت فى الصحـراء او فى المناطق البعيـدة عن العمران بالطاقه الكهـربيه او حتى من الممكن ان تكـون الطاقه الحراريه ايضـا نظرا للبعد عن اطراف الشبكات الكهـربيه مثل المنفـذ فعلا فى منطقـه ابو غصون بمصر .

يجب الالتـزام فى استهلاك الطـاقه واتبـاع القـواعـد الهندسيه الفنيـه دون تبـذير وعلينا تخزين المتوفـر منها للانتفاع بها عند الحاجه ومحاوله استنتـاج وايجاد السبل والوسائل الجديده لاستغـلالها والعمل المستمـر الجاد من اجل الاستفاده بالطاقـاتالطبيعيـه التى وهبنا الله لننعم بها فى البحـار والمحيطات كما ان الطاقه الشمسيـه تقوم بصفـه مستمره ويوميـه بتسخين المياه السطحيـه فى المناطق الحاره حيث يسقط حـوالى ٧٠٪ من اجمالى الاشعه الشمسيه على المياه الموجوده فى البحار والمحيطات فينتج عنهاسخونه سطح المياه الى مـا قـد يصل الى درجـه ٢٩ مئويه بينما تظل الاعماق عند درجـات الحراره البـارده فى حدود ٤ درجات .

من الواضح انه نتيجه للتباين الحرارى بين الطبقـه السفلى البارده وبين السطح الساخن اصبح من الممكن انتاج الطاقه الكهربيـه عن طريق انشاء محطات تحويل الطاقه الحراريه فى المحيطات الى كهـربيـه حيث يتم استخـدام سائـل وسيط له خـاصيه درجـه الغليـان المنخفضـه مثل الامـونيـا على غـرار مـا يعمل به فى البرك الشمسيـه وهو المائع الذى يتم تسخينه من سطح المحيط حتى يصل الى درجه غليـانه فيتم استخدامه فى اداره توربينات خاصـه لتوليد الطاقـه الكهرباء فى المياه المالحه على عكس مـا هو متبع فى البرك الشمسيه للمياه العذبه .

عند استغلال طاقه ما لابد من الاستعانـه بالتعرف على خصائصها الطبيعيه حيث انه من المميزات الهامه للطاقه الكامنه فى البحـار والمحيطات هو عدم استمرارها زمانا فليس من الضرورى ان تأتى العـام التالى فى نفس الوقـت علاوه على انه من الممكن ايضـا ان تتغير شدتها من عام لاخر لانها تتسم بالموسميه مما يصعب علينا سبل الانتفاع منها .

ثانيا : الطاقه الكامنه فى المحيطات INTERNAL ENERGY IN OCEANS

تغير شده هذه الطاقـه سواء مع الزمـان او حتى التذبذب فى شدتها فى مكان مـا فى اوقات نعينه سنويا او حتى شهريا او قـد يصل الامر ان يكون يوميـا فيكون معه من الضرورى الاستفـاده منها بصـوره تكامليـه بين انحاء الوطن العـربى لتلبيـه الاحتياجـات البشريه ولخدمه الانسان العربى كخطوه ضروريه نحـوالارتقاءمع قدوم القرن الحادى والعشرين وهو الذى سيشهـد التطور السريع المتـلاحق والذى قـد يصل الى حـد ان يصبح القـرن الخيالى لما سيحدث من اختراعات وابتكارات سوف تقلب موازين الفهم للظواهر الطبيعيه .

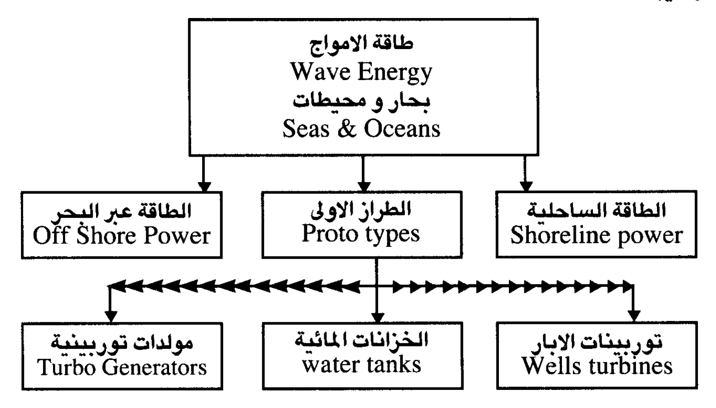
يهتم العالم المعاصر اهتمامـا شديدا بالدراسات التى تمت على المستـوى العالمى والمؤكده لامكانيه الاستفاده الاقتصاديه من طاقـه البحار والمحيطات والتغلب على الصعوبات التى قـد تواجهنا فى هذا الصدد الا وهو النقص المتتـالى فى المخـزون السلعى للطاقه التقليـديه الموجـوده على المعمـوره ، وكما انه توجـد الكثير مـن الابحـاث والتجـارب اضـافـه لتلك الدراسـات التى اجريـت فى الولايات المتحده الامـريكيـه التى اوضحت ان هذا النوع من الطاقه يختزن ما يقدر بحوالى ٢٠٠ مليون وات لكل ساعه اما على المستوى الدولى فتصل

الى ما يقرب من ٤٠٠٠٠ ميجاوات نظريا اعتمادا على فـرق حرارى قدره ٢٥ درجه مئويه بينما قـد تصل الى ٥٠٪ عمليـا عند محاوله استخـراج مثل هذه الطاقـه الى الحيـز الفعلى للاستخدام العملى فى الارض .

ثالثا : طاقه الامواج WAVE ENERGY

الاستفاده من طاقه البحار كمـورد للطاقه فى بلادنا يمكن ان يستغل فى التطبيقات العمليه العـديده المعتمده على البناء السيـاحى فى المناطق النائيه البعيـده عن الشبكات الكهربيـه والعمران مثل الشـواطىء السياحيه النائيـه وهو ما تتمتع به الارض العربيـه من انتشار واسع على مسـافات طويله للشـواطىء الموجـوده على ساحل المحيط الاطلسى وسـواحل البحر الابيض المتـوسط والبحر الاحمر وسـاحل المحيط العربى جنوب الجزيره العـربيه وساحـل الخليج العربى كما سبق ذكـر هذه الشواطىء وهى التى يمكن ان تمثل مـوردا رئيسيا للدخل القومى من السياحه (شكل رقم ٤ـ٩) .

يعرض الشكل رقم ٤ـ٩ رسما تخطيطيا لتنوع الطاقه الموجوده فى الامواج سواء كانت تلك الخاصه بالبحار او غيرهـا المتواجده فى المحيطات وهو ما يوضح الامكانيـات المتاحه على السـاحــه العلميـه للعمل التطبيقى فى مجال الاستفــاده من طاقــه الامــواج فى البحـار والمحيطات ويبين من الشكل ان طاقــه الامـواج تنحصر فى طريقتين اسـاسيتين هما امـا الحصــول على الطاقه منهـا على السـاحل او الدخـول عبر المياه الى العمق للحصـول على الطاقه وفيهما يستخـدم الاسلوب الاولى من الطرازات الموضحه بالرسم مشيره الى الانواع الخاصه بتوليـد الطاقه الكهربيه من خلال المولـدات التوربينيه او توربينات الابار بينما تستخدم الخزانات المائيـه لتحويل الطاقـه المائيه الى طاقـه هوائيه كى تديـر التوربينات المشار اليها .



الشكل رقم ٤ـ٩ : التقسيم العام لطاقه الامواج

كما انه يمكن تقديم المجالات المختلفه لاستخدامات الطاقه الموجيه او فى سبل انتاجها بالشكل رقم ٤ـ١٠ حيث يعرض لنا الاتجاهات الحاليه فى العمل الميدانى والتطبيقات المتعدده فى هذه الميادين الهامه من الطاقات الجديده واجبه الاستغلال حيث يقدم المحاور الجوهريه للعمل فى مجال طاقه الامواج وتتعدد النواحى التطبيقيه للعمل على الاستفاده من طاقه الامواج على اربعه محاور هى :

١ـ المصادر الاوليه للطاقه

٢ـ اقتصاديات الطاقه فى الامواج واستخلاص الطاقه الكهربيه منها

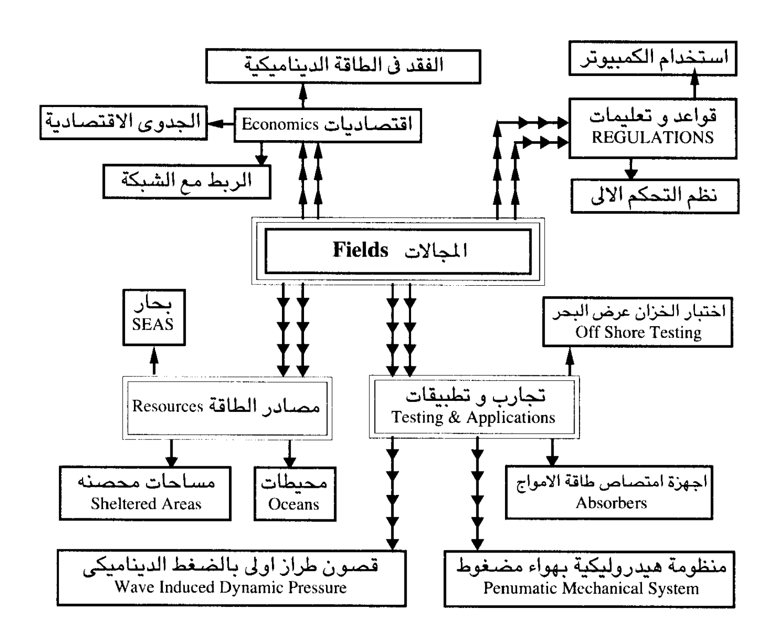
٣ـ قواعد وتعليمات العمل فى مجال استخدام طاقه الامواج

٤ـ التجارب والتطبيقات الفعليه واهم النتائج المستخلصه منها

علاوه على هذا فاننا نجد ان التطبيقات الموجوده على الساحه متعدده النوعيه والخصائص بالرغم من انها مازالت عدديا قليله ولكنها تمثل مختلف الاتجاهات مما يساعد على سرعه التقدم الفعلى فى هذه الاستخدامات للطاقات المهدره والمتاحه بالفعل امام البشريه ولذلك يجب التركيز على هذه النوعيه من الطاقه وخصوصا ان العالم العربى يتمتع بطول ساحلى طويل للغايه علاوه على العمق المائى الذى يمكن ان يكون مصدرا هاما ايضا للطاقه .

من اللازم العمل على زياده معامل الاستفاده من هذه الطاقه ومن الناحيه الاقتصادية لابد وان يتم التحسين المستمر لكفاءه تحويل طاقه الامواج الى الطاقه الكهربيه ووضع الضوابط اللازمه لهذا الغرض وتركيز الدراسات والبحوث لفائده هذا المعامل الهام الذى يمكن ان ينقل عمليه الاستفاده من الامواج من الوضع عالى التكلفه حاليا الى الاقل فى المستقبل القريب وتزداد التطبيقات والابحاث تكثيفا فى الهند وكندا واوروبا حيث تتواجد المحيطات والبحار علاوه على الاهتمام المتزايد من خلال خطط العمل والتطبيق الفعال فى هذه المجالات التى تهم العديد من الدول الاخرى وقد حان للغرب ان يتجهوا الى الاهتمام بطاقه الامواج والمشاركه فى هذه الاعمال الدوليه والتى قطعت شوطا طويلا بالفعل .

تاتى معدلات الفائده الاقتصاديه من الانتفاع بالطاقه الموجيه فى مياه البحار والمحيطات على رأس القائمه الجوهريه لتنفيذها والتخطيط المستقبلى لها الا انه نحتاج الى المزيد من دراسات الجدوى لهذا الغرض حتى نستطيع التوصل الى اقصر الطرق فى سبيل تحقيق الغرض الاولى للانتفاع من طاقه الامواج وتتقدم كلا من الهند واوروبا فى هذا المجال اما عن الضغط الديناميكى واستخدامه فى انتاج الطاقه الكهربائيه تاسيسا على الشكل رقم ٤ـ١٠ لتوليد الكهرباء الى ما فوق ١٥٠ كيلووات للوحده عن طريق زياده الضغط نتيجه الامواج المتواجده فى مياه البحار او المحيطات بجانب استخدام اسلوب الامتصاص فى تقنيات التحويل الى طاقه كهربيه .



الشكل رقم ٤ـ١٠ : المنظور العملى لمجالات استغلال طاقه الامواج

بالنظر الى الموضوع برمته نجد ان التحرك الديناميكى هو المهيمن على الصوره كامله حيث نجد التحويلات كلها تقع عند هذا المجال ولذلك الشكل رقم ٤ـ١١ يمثل الشكل التخطيطى لاساليب التحويلات الديناميكيه للطاقه الموجوده فى طاقه الامواج حيث انه يقدمها على ثلاثه انواع متباينه وهى :

١ـ منظومه الضخ

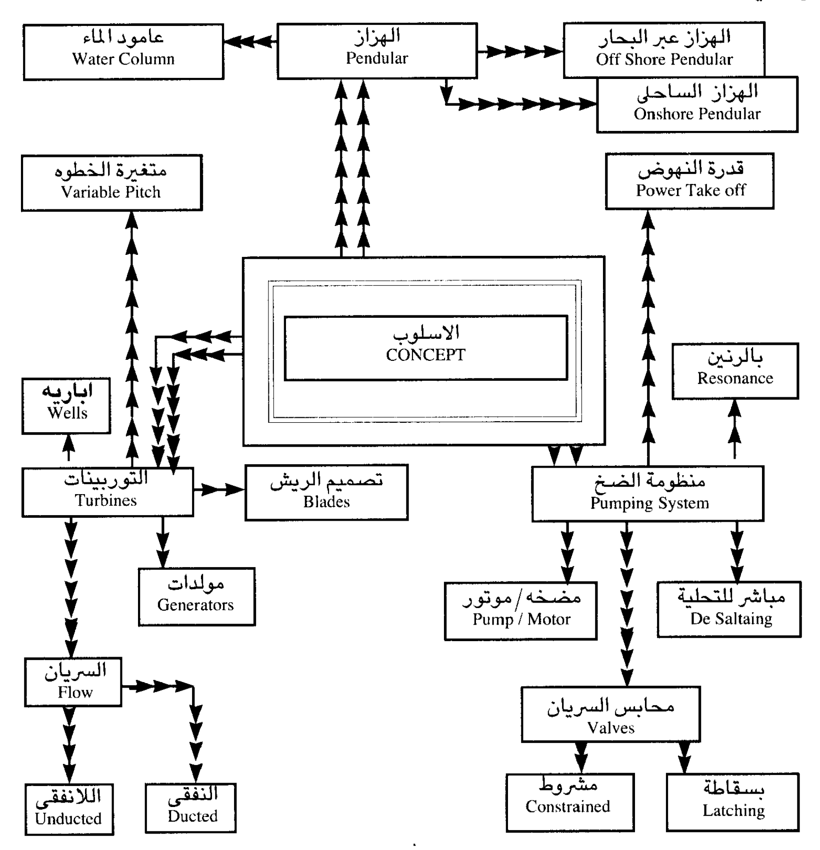
٢ـ الهزاز

٣ـ التوربينات الملائمه

والافكار الجديده فى البناء على السواحل ستمكننا من توفير كم الاستهلاك المنزلى للطاقه الكهربيه نهارا او ليلا فيقل بالتبعيه الوقود المستهلك لهذا الغرض فى المنازل المصممه دون مراعاه لوجود طاقه البحار كطاقه محليه بالموقع وبالضروره فإن منطقه شواطىء الجزيره العربيه من الاماكن الملائمه لمثل هذه الافكار .

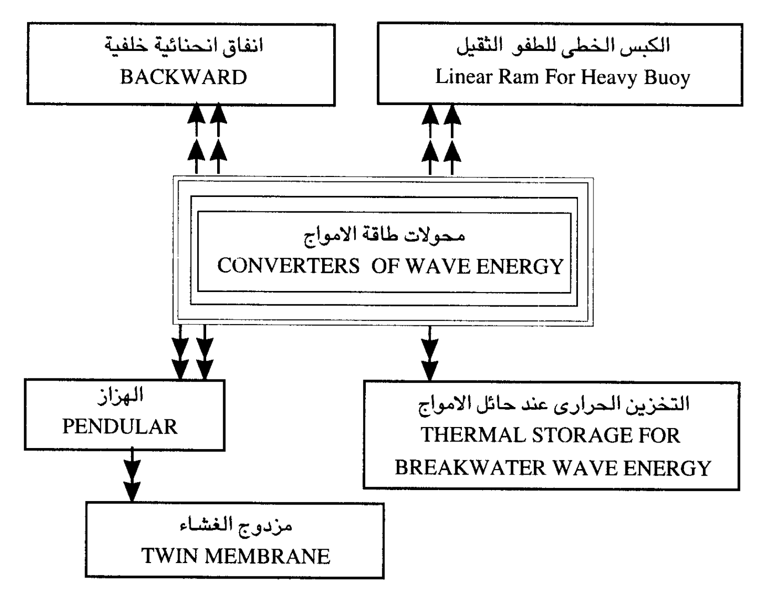
تطبيق هذه الافكار قد يؤدى الى تحسين مستوى استهلاك الطاقه التقليديه بجانب المحافظه على نظافه البيئه من التلوث وهو الاتجاه الحديث الآن لاستخدام الطاقه لحمايه

البيئه العربيه من التلوث سواء كانت من العادم الصناعى كما يبين من الشكل رقم ٤-١١ (ص : ٩٧) حيث يظهر عادم غازى ملوثا للبيئه بدرجه مركزه وواضحه للعين البشريه او حتى من التلوث الحيوى . استخدامات طاقه البحار كثيره ومتنوعه ويجب الانتفاع بها من اجل امتنا العربيه سواء فى انتاج الطاقه او فى مجال استهلاكها وتغطيه ما يمكن سد احتياجاته من هذا النوع من الطاقه الجديده والمتجدده والتى وهبنا الله سبحانه اياها وهناك الكثير من الاستخدامات الفعاله سواء على المستوى الاقليمى او العالمى حيث نجد الدول المتقدمه قد انتجت فعلا الكهرباء من الطاقه الديناميكيه والحراريه فى البحار والمحيطات .



الشكل رقم ٤-١٢ : التوزيع التكنولوجى لاسلوب الانتفاع من طاقة الامواج

مما سبق عـرضـه نجـد فى الشكل رقم ٤ـ١٢ ان عـامود الماء المهتـز ياخـذ متسعـا على الســاحه ليكون محورا هامـا فى المستقبل للحصول على الطـاقه المرغـوبه بالاضافـه الى النواحى الفنيه من حيث المحابس وتاثير تنويعها وامكانيه استخـدامها لتحليه مياه البحر مباشره كما ان الانتفاع بالطاقه ياتى على خطين هو عمل الانفاق للحصول على الطاقه او بدونها بالاضافه الى ان شكل الريش الخاصه بـالتوربينات يمثل محورا هاما ايضا لرفع كفاءه استخراج الطاقه .



الشكل رقم ٤ـ١٣ : التوزيعات المختلفه لانواع التحويلات

على مـا ذكرنـا عن الطاقه الجديده والمتجـدده والامكانيـات المتاحـه والكامنه ولهذا من الضرورى الاجتهاد والعمل المتواصل للارتقاء بمعدل الاستفاده من طاقه عالمنا العربى لانها من اكثر الطاقات فى بلادنا انتشارا ويتمتع بها المناخ العربى لفترات قد تكون طويله احيانا لكثره انتشار السواحل العـربيه على طول الخليج العربى والمحيط العربى الهندى فـالبحر الاحمر وقناه السـويس ثم البحر الابيـض المتوسط فـالمحيط الاطلسى وياتينا الشكل رقم ٤ـ١٣ بالتوزيع التخطيطى لاشكال التحويلات المتـاحه حتى الآن حيث نجد ان المحـولات المستخدمـه تنقسم الى عده استخـدامات كما هو مـوضح من الشكل ومنه يمكننا ايجاد المخرج الثانى لاستخراج الطاقه الامـواج باسلوب حرارى عند حائل الامواج وغيرها من التطبيقات الهامه .

وهكذا يكون على عاتق العلماء العرب عبء ايجاد السبل المختلفه لتقليل التكلفه الانتاجيه لهذا النوع من التكنولوجيا حيث ان اكبر المستفيدين منه سيكون العرب لما سوف يعود علينا من وفر فى استهلاك مصادر الخام التقليديه مثل البترول والغاز الطبيعى والفحم وغيره من ثرواتنا ولابد من توفير الدعم العربى ماديا ومعنويا وسياسيا من اجل الوصول الى احسن المخرجات للطاقه واستخداماتها المتعدده والمتشعبه خصوصا فى المستقبل القريب .

رابعا : المساقط المائيه WATER CATARACTS

قد تم التعرف على الطاقه الديناميكيه فى حركه المياه فى البحار والمحيطات بالاضافه الى الطاقه الحراريه المختزنه فى القاع نجد ان الانهار وهى مجارى المياه العذبه تحتوى ايضا على الطاقات الكامنه فيها بحيث يمكن انتاج الطاقه من المياه العذبه بالانهار مثلما يمكن انتاجها من الطاقه الديناميكيه فى حركه المياه المالحه فى البحار والمحيطات .

ان المساقط والشلالات المائيه ما هى الا نعمه وهبها الله للانسان على المعموره كى ننعم بها وقد اوفى الانسان بهذا الجزء من الحياه فى الدنيا فقام المهندسون بالاستفاده من الطاقه الأستاتيكيه لوضع المياه بين مستويين مختلفين حيث يمكن تحويل هذه الطاقه الى طاقه ديناميكيه كما عرف ذلك الانسان منذ القدم وهذه الشلالات المنتشره على كل الكره الارضيه حيث توجد العديد من الانهار والتى عاده ما تصب فى البحار والمحيطات فالعالم يشمل الكثير من الانهار الطويله ومنها اطول انهار العالم وبعض الدول العربيه تنتفع من اطول انهار العالم وهو نهر النيل والذى تستفيد منه كلا من مصر والسودان .

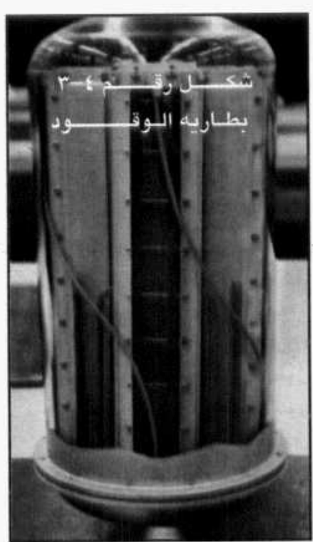
فى جمهوريه مصر العربيه نجد المثل الاكبر فى السد العالى الذى تم بناؤه على النيل ومنها تم توليد القدرات الهائله من الطاقه الكهربيه غير انه توجد الكثير من السدود الاخرى على نفس النيل الا ان هذا السد العالى يكون اكبرهم سواء من جهه الحجم او من جهه توليد الطاقه الكهربيه . التفاؤل والسعى الجاد نحو المعرفه والوصول الى افضل التقنيات من اجل رفاهيه العالم العربى من الدرجه الاولى يعتبر اساسا هاما كخطوه اولى للوطن العربى نحو القرن المقبل بكل ما فيه من جديد وحديث وخيالى وما لا يخطر على بال وقد قدم الجدول رقم ٤ـ١ البيانات الخاصه باعلى مساقط مائيه موجده فى العالم حيث تقع الغالبيه فى امريكا وهى تلك المدونه بيانات الارتفاع بالمتر مع تحديد اسم المساقط واماكن مواقعها .

الجدول رقم ٤-١ :بيان باسماء اعلى مساقط مائيه على الكره الارضيه

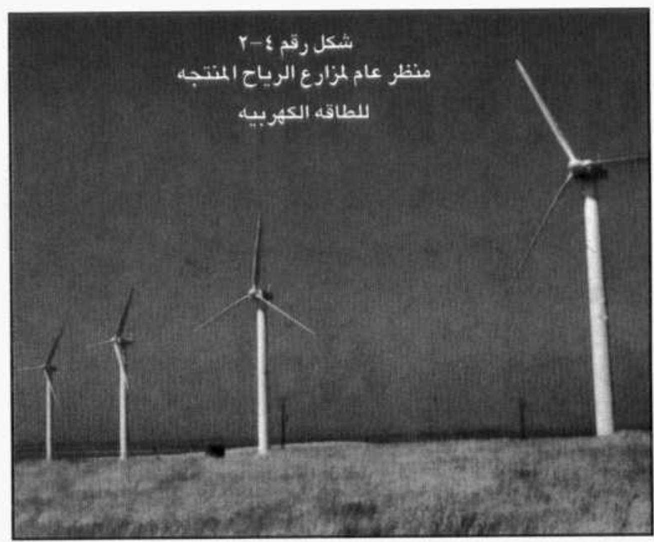
م	اسم المسقط المائى	المـــــوقــــع	الارتفاع (متر)
١	انجيل	فنزويلا	٨٠٧
٢	ايتاتنجا	البرازيل	٦٢٨
٣	كيكيونان	جوانافنزويلا	٦١٠
٤	اورميلى	النرويج	٥٦٣
٥	توسى	النرويج	٥٣٣
٦	ريلاو	البرازيل	٥٢٤
٧	ريبون	امريكا	٤٩١

بالرجوع الى ظاهره التغير المتقلب فى الصفـات التقنيه للطاقه خصـوصا وانها تتغير بدون معدلات ثابته او مقننه التغير مما يتسبب فى ان الطـاقه الناتجه منها لابد وان تكون متغيره ايضـا بالتبعيه وهو الامـر الذى لابد من ادخاله فى الاعتبـار عند الاعتماد على الكميات غير الثابته من الطاقه الناتجه على ذلك .

علاوه على هذا فـان التاثير الزمنى يتعلق بالتغير التابع لفصول السنه من المعتـدله احيانا الى الشديده تاره مثل العـاصفه الى المدمره احيانا مثل الاعاصير التـى قد تهب دون سابق انذار وما يتبـع ذلك من تغير فى طاقه الحركـه للامواج بالبحار والمحيطـات بجانب التغير الشمسـى المتقلب المؤثر تبعيا فى الطاقه الحراريه المختزنه فى باطن المحيطات من اجل انتاج وتوليد الطاقه الكهربيـه عن طريق اى من السبل المتبعه لهذا الغرض وعلى ذلك يتضح انه يقع العبء الاكبر فى هذا الصـدد على اكتاف المهندسين العـرب خصـوصا وان الله حبـانا بمساحات شاسعه وهائله من الميـاه مثل البحر الابيض المتوسط والبحر الاحمر والخليج العـربى وخليجى الســويس والعقبـه بالاضـافـه الى المحيط الهندى والبحيرات المتعـدده وكذلك اطول انهار العالم على الاطلاق .



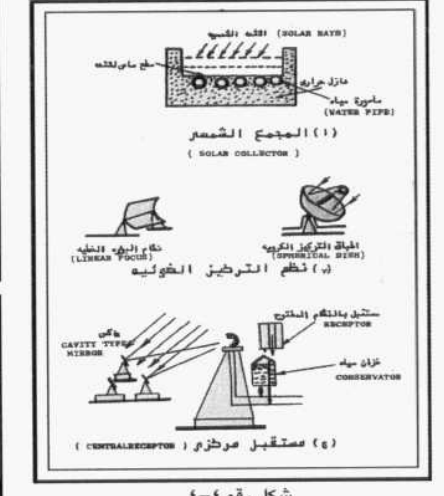
شكل رقم ٤-٣
بطاريه الوقود



شكل رقم ٤-٢
منظر عام لمزارع الرياح المنتجه
للطاقه الكهربيه



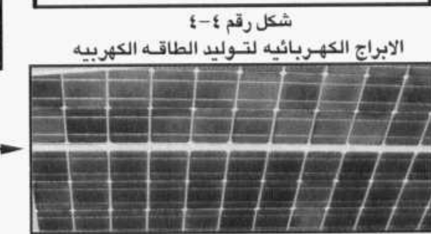
شكل رقم ٤-٦
منظر عام لمحطه نوويه خاصه لتوليد الطاقه الكهربائيه



شكل رقم ٤-٤
الابراج الكهربائيه لتوليد الطاقه الكهربيه



شكل رقم ٤-٧ المحطات الحراريه

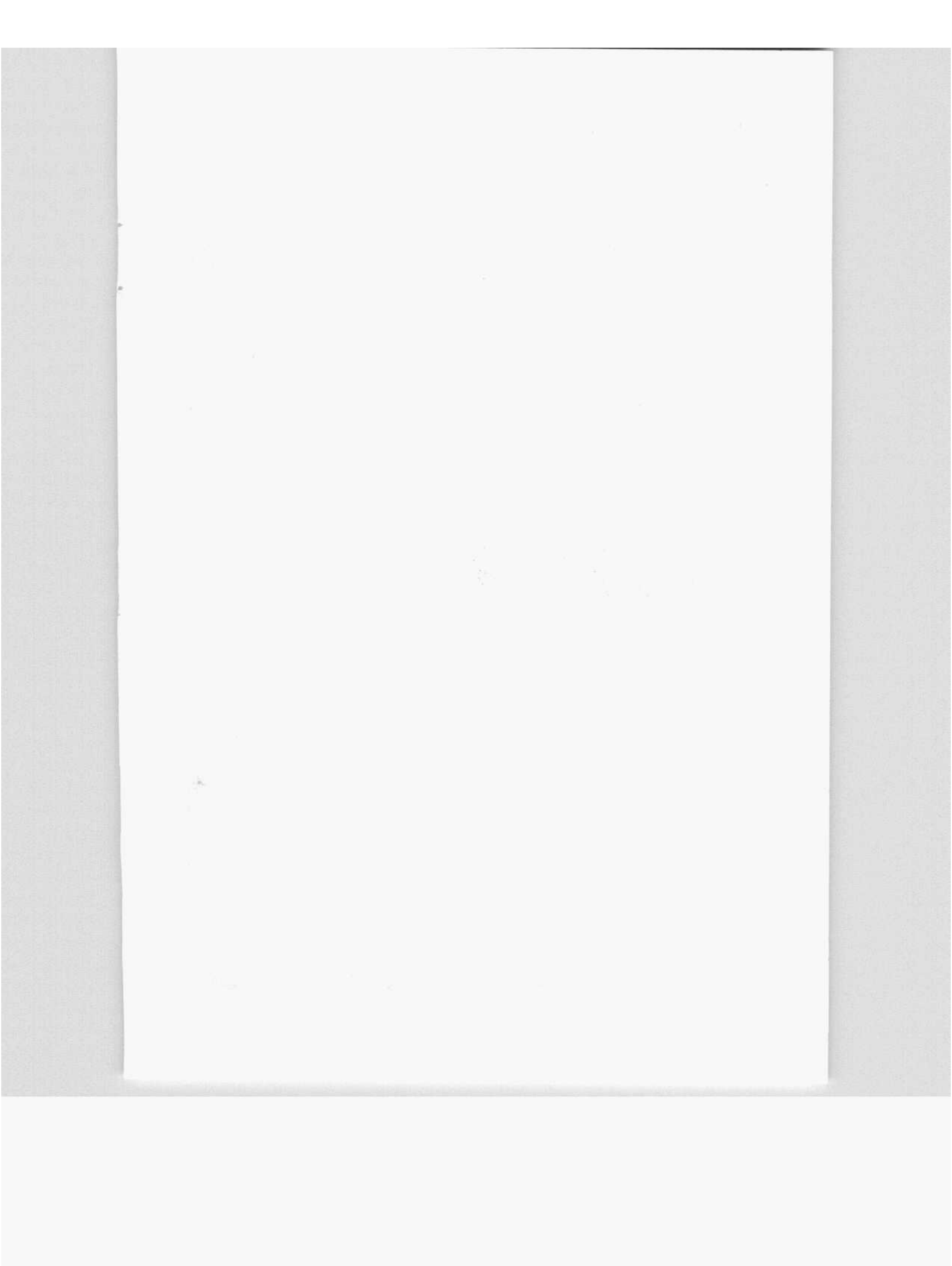


شكل رقم ٤-٥
محطات
الفوتوفولطيه





شكل رقم ٤-٨ منظر سد مائى على النهرللاستفاده من الطاقه



الفصل الخامس
التشغيل الاقتصادى للنظم الكهربيه
ECONOMIC OPERATION OF POWER SYSTEMS

تعتمـد القدره الانتـاجيـه لنوعيـه الوحدات فى كـل من المحطات التى تعمل داخل الشبكه الموحـده على التكلفة الأقتصـادية لتشغيلهـا وقـد تم الاتجاه الى رفع قيمه قـدره الوحـده الواحده عن طريق رفع جهد التوليد لها تبعا للقاعده المعروفه :

قدره الوحده = التيار × الجهد (٥ ـ ١)

حيث ان التيار يؤثر فى قطر الاسلاك المستخدمه فى المولد وهو ما يعنى حجم اكبر لكل تيار زياده او قـدره اعلى وهو بذلك يصـل الى الحدود المقبـوله هندسيـا ولا نستطيع الخروج عنها علاوه على العيب الاساسـى لزياده التيار فى التأثير الحرارى على الوحده وما يشير الى الاحتياج الى المزيد من التبريد وزياده التكلفه التى قد تتجاوز المعقول .

من الجهـه الاخرى نجـد ان الاتجاه الى رفع قيمه الجهـد يعنى زياده القدره لنفس التيـار وبذلك يكون نفس التبريد وقطر الاسلاك وهذا يعنى رفع قيمه العـزل الذى قد يتحول الى عمليه اقتصـاديه فى المقام الاول بجـانب الاخطار الناجمه عن رفع الجهد ومـا يتبعها من وسائل وقايه ولهذا تتوالى التجارب والنتائج حتى وصل جهد الوحده اعلى من ٣٣ ك٠ف٠ ولكن هذه العمليه ذات ارتباط وثيق مع الشبكه وجهـدها وعما اذا كان هناك احتياجا لرفع الجهد بعد ذلك ام لا وأين العمليـه الاقتصاديه التى تعبر عن الحل الامثل فى هذا الموضوع خصوصا وان الجهود جميعا تخضع لقيم محدده طبقـا للمواصفات المتبعه فى هذا المجال كما نرى فى الجدول رقم ٥ـ١ مـا يشير الى الجهـد النمطى المستخـدم فى كـل قطاع من قطاعات الكهرباء .

الجدول رقم ٥ـ١ :الجهد النمطى للشبكات الكهربيه

نوعيه القطاع	الجهـد النمـطـى (كيلو فولت)
التوليد	٦,٦ ـ ١١ ـ ١٥ ـ ٣٣ ـ اكبر من ٣٣
النقل	٣٣ ـ ٦٦ ـ ١١٠ ـ ١٣٢ ـ ٢٢٠ ـ ٤٠٠ ـ ٥٠٠ ـ ٧٥٠ ـ ١١٥٠
التوزيع	٠,٤ ـ ٣,٣ ـ ٦,٦ ـ ١١
الاستهلاك	٠,١١ ـ ٠,٢٢ ـ ٠,٣٨

يتمثل قطاع التوليد فى محطات التوليد المختلفة والتى عادة تتواجد داخل الشبكة الكهربية الموحدة وتعتمد محطات التوليد التقليدية على وقود قد يختلف فيتغير مسمى المحطة تبعا لنوع الوقود وهو :

١ـ الوقود النووى ويعتمد على اليورانيوم وغيرة من المواد النووية .

٢ـ الوقود السائل مثل السولار والكيروسين ومنتجات البترول عموما .

٣ـ الوقود الغازى مثل الغاز الطبيعى وتتجة مصر لاستخدام هذا الوقود بدلا من الانواع الأخرى لما يتميز بة من صفة عدم تلويث البيئة الى جانب توافرة فى مصر .

٤ـ الوقود الصلب مثل الفحم .

٥ـ الوقود المائى ويتوقف على فرق الارتفاع بين منسوب المياة قبل وبعد التوربينات والتى تقوم بدورها بادارة المولد .

يعرض الجدول رقم ٥-٢ تطور قيمة الطاقة المتاحة من المحطات لنوعيتى المحطات الاساسية فى مصر .

الجدول رقم ٥ـ٢ : القدرة الكلية (بالميجاوات) المتاحة من محطات التوليد فى مصر

نوعية الوقود	عام		النسبة المئوية للتطور (٪)
	٩٣ / ٩٤	٩٤ / ٩٥	
حرارى	٩٣٣١,٣	١٠٢٦٢,٩	١٠
مائى	٢٧١٥	٢٧١٥	صفر
اجمالى	١٢٠٤٦,٣	١٢٩٧٧,٩	٧,٧

ويظهر من الجدول عدم تطور لبناء محطات هيدرو مائية فى مصر بينما المحطات الحرارية زادت بنسبة ١٠٪ من الميجاوات المتاحة خلال عام واحد . كما أن معدل ارتفاع استهلاك الطاقة يتزايد كل عام عن سابقة كما يظهر من الجدول رقم ٥-٣ حيث نرى الاستهلاك فى اربعة اعوام متتالية وهى طبقا لتقارير هيئة كهرباء مصر .

الجدول رقم ٥ـ٣ : توزيع الطاقة الاستهلاكية خلال اربعة اعوام على المناطق المختلفة فى جمهورية مصر العربية

المنطقة	عـــام (القيمة بالمليون كيلو وات ساعة)			
	٩٢/٩١	٩٣/٩٢	٩٤/٩٣	٩٥/٩٤
القاهرة	١٤٧٧٩,٦	١٥١٥٥,٢	١٥٩٤٢,٩	١٧١٧٩,٨
وسط الدلتا	٥٩٤٢,٤	٦٢٨٣,٤	٦٤٨٥,٥	٦٩٦٧
غرب الدلتا	١٨٩٩,٦	٢١٩٤,٤	٢٢٠٠,٢	٢٢٦٨,١
القناة	٤٠٠٧	٤٢٧١,٤	٤٤٩٣,٧	٤٧٩٦,٣
الاسكندرية	٤٦٢١,٧	٥٦١٥,٤	٥٨٢٠,٢	٦١٣٣,٥
شمال الصعيد	٣٤٠٦,٩	٣٧٠٢,٥	٣٦٦٤	٣٦٨٧,٨
جنوب الصعيد	٨٠٤٨	٨١٠٨,٥	٨٢٣٣,١	٨٤٠٦
اجمالى	٤٣٧٠٥,٢	٤٥٣٣٠,٨	٤٦٨٣٩,٦	٤٩٤٣٨,٥

وبناء على ذلك نجد التقسيم المعتاد لمحطات التوليد التقليدية على النحو التالى :

١ـ المحطات الحرارية THERMAL POWER STATIONS
٢ـ المحطات الهيدرومائية HYDRO ELECTRIC POWER STATIONS
٣ـ المحطات النووية NUCLEAR POWER STATIONS
٤ـ محطات الديزل DIESEL POWER STATIONS
٥ـ المحطات الغازية GAS TURBINE PLANTS

فى مصر لا تتـواجد محطات نووية على الاطلاق كما انة طبقـا للتخطيط المعلن ليست هناك النيـة على المدى القصير فى استخدام مثل هـذة النوعية لما تحتـاجـة من عناية فـائقة ومـا يصـاحبهـا من اخطار جسيمة مثـل ما حـدث فى كـارثة محطة تشيرنوبيل فى جمهـورية اوكرانيـا (الأتحاد السوفيتى سابقا) أمـا بالنسبة لباقى المحطات فهى جميعا مـوجودة وتعمل بكفاءة داخل الشبكة الكهربية الموحدة فـالسد العالى ومحطة كهرباء خزان اسوان مثلا واضحا لنوعية المحطات الهيدرومـائية بينما المحطات الغازية فمنها فى بورسعيد وفى الاسكندرية مثل محطة كهرباء المكس أما المحطات الحرارية فمنهـا العديد والكثير فى كافة ارجاء الجمهـورية مثل محطة كهرباء شمال القاهـرة وكذلك محطة كهرباء غـرب القاهرة وأيضا محطة كهـرباء شبرا الخيمة أما بالنسبة لمحطات الديزل فهى متـوفرة ومتناثرة فى الشبكة وهـى وحـدات تـوليـد امـا للطـوارىء أو لتغطيـة فترات الحمـل الاقصى

PEAK LOAD وهى غاليـة التكلفة خصوصا وان فترات تشغيلهـا قليلة بينما نجد ارخص الانواع فى انتاج الطاقة الكهربية تأتى المحطات الهيدرومائية .

لكل من هذة النوعيـة من المحطات صفـات وخصـائص تختلف عن الأخـرى ولذلك تهتم الدراسات الحديثة ومنذ فترة بعيدة بموضوع التشغيل الأقتصادى للشبكة الكهربية وهو ما يعنى تلبية طلبـات الاحمال الاستهلاكية على أحسن وجة بأقل تكلفـة توليد وهنا يكمن الوضع العلمى لتحديد افضل الوحدات التـوليدية بالشبكة لتغطية احمال محددة فى فترات معينة وطبقا لمنحنى الاحمال الذى تتحملة الشبكة الكهربية .

تعتمد المحطات المائية عموما على منسوب المياة فوق التوربينات المائية وكلما أنخفض هذا المنسوب كلما قلت كفـاءة انتاج الطاقة من خلال هذة النـوعية من المحطات بالرغم من قلة تكلفة انتاج الطاقة.

كما انه بالنسبه للمحطات الحراريه والمائيه فانها تعتمد على بعض الاسس الجوهريه التى يجب ان تؤخذ فى الاعتبار اهمها :

١ـ الربط بين التـوربينات والمولدات وهو مـا قد يحتـاج الى مضـاعفه سرعـه المولدات الى الضعف وخاصـــه فى المحطات المائيه وهذا مـا يجب ان يكون محددا داخل التصميم حتى لاتتدمر الوحده فى مثل هذه الحالات .

٢ـ نظرا لانشاء المحطات المائيـه بعيدا عن مراكز الاحمال حيث يمكن اقـامه السدود فقط فانه عاده ما تكون المسافـه بين مراكز الاحمال والمحطه طويله جدا مما يتسبب فى ظاهره فـرانتى FERRANTI EFFECT والتى تعنى زياده تيـارات الشحن على طول مسـار الخط الكهربى وبالتالى يرتفع تأثيرها وخصوصا انها سعويه الطابع وتتسبب فى رفع الجهد عند اطراف الاحمال وهذا يحتاج الى اجهزه استعاضه لتعويض الزياده السعويه .

٣ـ ان الاثاره اللازمه للوحده تتم عاده بواسطه مثير EXCITER يتصل مباشـره بعـامود اداره المولد ذاته .

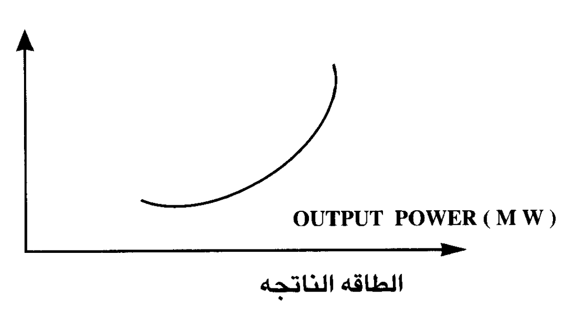
٤ـ اما عن المحطات المائيه طلمبيـه الطابع التخزينيه وبالرغم من انها محطات صغيره الا انها تتلائم مع استخدام مولدات رخيصه الثمن مثل INDUCTION TYPE وهو من اهم المميزات التى تعبر عن هذه النوعيه من المحطات .

٥ـ١ : توزيع الاحمال بين الوحدات

DISTRIBUTION OF LOADS BETWEEN UNITS

اولا : التحميل الاقتصادى للوحده داخل المحطه





الشكل رقم ٥ـ١ :العلاقه البيانيه لوحده التوليد بين قدره الدخل والناتجه

اذا كان المطلوب القـدره الناتجه p من وحـده ما داخل محطه توليـد بها وحدتين سـوف نرمز لهما بالرمزين A , B حيث يجب ان يتشاركا معا فى تغذيه الحمل بقدره كليه داخله P بحيث تكون النهـايه الصغرى المتـاحـه فعلا كما يظهـر هذا من الشكل رقم ٥ـ١ والمبين للعلاقـه بين قدره الدخول والقـدره الناتجه لوحده مـا فى شكل عام والتى تشير الى زياده القدره الخارجـه بارتفاع قيمه القدره الداخله الى حـدود قصوى حيث تكون الزياده كبيره فى القدره الداخله بينما تكاد تكون القدره الخارجه قيمه ثابته لاترتفع .

عندمـا ننظر الى الوحده الاولى بالمحطه متصله مع الوحـده الثانيـه للحصول على القـدره الكليه الناتجه بقيمه :

$$p = p_A + p_B$$

ومن الشكل يبين ان القدره الكليه الداخله اليهما سوف تصبح :

$$P = P_A + P_B$$

من هنا يجب مفـاضله هذه المعادله للحصـول على اقل طاقه لازمه لـلادخال اليهما وذلك يجب ان يكون مفـاضله بالنسبـه للقـدره الناتجه من الوحـده الاولى مثـلا لتتحـول هذه المعادله الى المعادله التفاضليه

$$\frac{dP}{dp_A} = \frac{dP_A}{dp_A} + \frac{dP_B}{dp_A}$$

وهذه المعادله يمكن اعاده صياغتها ببساطه الى

$$\frac{dP_A}{dp_A} = \frac{dP}{dp_A} - \frac{dP_B}{dp_B} \times dp_B / dp_A$$

مع اعتبار المعادله الاصليه للقدره الناتجه السابق ذكرها نستطيع الحصول منها على قيمه القدره الناتجه من الوحده الثانيه مثل

$$P_B = P - P_A$$

وبالتالى نصل الى الحل النهائى والذى يتحدد با لمعادله التفاضليه

$$\frac{dP_A}{dp_A} = \frac{dP_B}{dp_B}$$

ثانيا : تشغيل المولدات على التوازى SYNCHRONIZATION

كى تتم عمليه تشغيل المولدات على التوازى لابد من توافر ثلاث شروط قبل التوصيل بينما يستطيع اى منهما ان يعمل منفـردا بلا شروط ولذلـك يلزم تحديد شروط التـوصيل على التوازى كما يلى :

١ـ جهد المولد يساوى تماما جهد القضبان التى سوف يتم التوصيل اليها .

٢ـ اتجاه الاوجه Phase sequence متماثلا للمولد والقضبان .

٣ـ ذبذبه الجهد على اطراف المولد هى نفسها التى للجهد على القضبان ايضا .

هذا ولايمكن ان يتم اى توصيل للمولدات على التـوازى اذا لم يتوافر الثـلاث شروط تماما وهذا ما يجب ان يراعيه المتخصصون عند هذا الاجراء .

لايتوقف الموضـوع عند حد تشغيل المولدات على التـوازى بل نتعرض الى أن هذة الشروط الثـلاثة اساسيـة لتـوصيل المولدات على التوازى وهـومايمكن أن نتعـرض لةفى الحالات التالية :

١ـ توصيل وحدة توليد مع وحدة توليد أخرى داخل نفس المحطة .

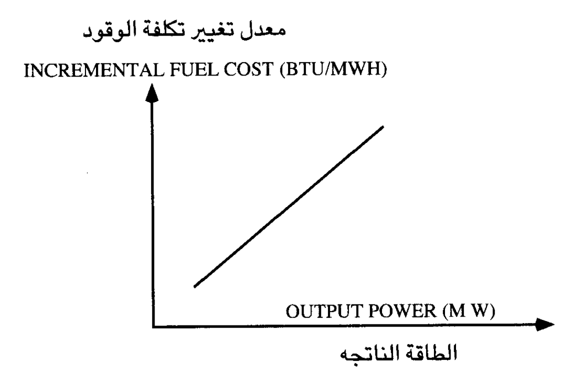
٢ـ توصيل وحدة توليد داخل محطة مع القضبـان الرئيسية للشبكة الكهربية عند اطراف المحطة .

٣ـ توصيل محطة توليد على القضبان الرئيسية مـع محطة توليد أخرى من خلال خطوط النقل الكهربى بين المحطات .

٤ـ توصيل محطة محولات بالقضبان الرئيسية مع الشبكة الكهربية وهذا يعنى عموما أن هذة الشروط الثلاثة والمعروفة بعملية التزامن SYNCHRONIZATION لابد وأن تتوافر فى التوصيلات المختلفة ولسنا فى حاجة اليهـا عند الفصل سواء كان يدويا أو تلقائيا وهو ما ادى الى وضع شروط التزامن SYNCHRONIZATION اساسا مع دائرة التحكم فى توصيل جميع القواطع الكهـربية بلا استثناء وهو ما يغطى جميع التوصيـلات للتشغيل التوازى

أو حتى بدون تشغيل توازى مباشر بل من خلال الشبكة الكهربية الموحدة ولهذا يتم توصيل جميع القواطع تحت هذة الشروط فى كل الاوقات وهو ما يفيد تأسيس جميع عمليات التوصيل لكل القواطع ليس فى محطات التوليد فقط بل فى محطات المحولات أيضا على شروط التزامن الثلاثة .

هذا يعنى انه لابد من ان يكون معدل التغير فى القدره الداخله بالنسبه لتلك الناتجه متساويه فى كل من الوحدتين مثل ما يعنى ميل المماس للمنحنى فى الشكل رقم ٥-١ وذلك للحصول على اقل تكلفه للطاقه المنصرفه لتشغيل الوحدتين معا هذا يؤكد انه بتغير الوقود للوحدات يصبح هذا المعدل مباينا له وليس كذلك فحسب بل انه اذا ما تقادمت الوحده لاصبح هذا المعدل متغيرا عن نفس النوعيه الجديده .



الشكل رقم ٥-٢ :العلاقه الخطيه لمعدل تغير تكلفه الوقود لانتاج الطاقه

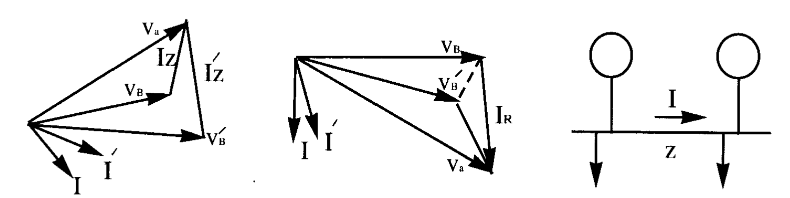
اما عن الناحية الاقتصادية فانة كما تم اثباته من ان معدل التغيير فى تكلفة الوقود بالنسبة للطاقة المنتجة INCREMENTAL FUEL COST ذات تاثير هام و واضح و هو ما يمكن ان نلحظة من الرسم فى الشكل رقم ٥-٢ حيث نجد ان هذا المعدل يمكن تبسيطة بالمكافىء الخطى و الذى يتيح لنا ان نتعامل مع معادلة خطية بدلا من المعادلات التفاضلية و التى تعطى الشكل العام لمعدل تغيير تكلفة الوقود بوحدات بى تى يو لكل ميجاوات ساعه او بالدولار لكل ميجاوات ساعة و معادلاتهم :

معدل تغير تكلفه الوقود = ثابت × القدره (ميجاوات) + ثابت أخر

جدير بالذكر ان معدل تغير تكلفة الوقود المبين فى الشكل رقم ٥-٢ يتغير بشكل مخالف نوعا ما الا ان التقريب الى خط لا يعطى اختلافا كبيرا و يؤدى الغرض من الدراسة عادة وهو ما يعرف رياضيا بالتعبير الرياضى dF/dp وهو ايضا ما يمكن اطلاق اسم معامل الفقد loss coefficient و هو ما سوف يكون له التاثير الهام داخل الدراسة الاقتصادية لتوزيع الاحمال بين المحطات فى الشبكه ككل .

ثالثا : اهمية وجود ممانعه حثية بين المولدات

يوضح الشكل رقم ٥-٣ التاثير المباشر لوجود ممــانعه بين المولدات من عدمه حيث يكون الاول بعيـدا عن الثانى و يبين الرسم المتجهى لحالتى وجـود ممانعه عن وجـود مقاومــة حيث لا تقـوم المقاومــة فى زحـزحــة الزاوية حيث انه يلزم زيادة تحميل المولد البعيـد كى يقوم بالمســاهمه فى تغذية الحمل بينما القــريب يعطى مباشرة و لكن مــن الشكل يظهر ان ذلك يتطلب ان ينخفض جهـد المولد الاول (الاقرب الى الحمــل) حتى لا يزيد فرق الجهـد على القضبان لكلا منهما و يزيد اندفاع التيــار من المولد الثانى (الابعد عن الحمل) و ذلك يكون غير ممكنا فى حالة المقاومة resistance بينما يكون سهلا و متاحا فى حالة الممانعه لان ذلك يساعد على التحكم فى الزاوية بين القضبان لنفس الجهد و هو المطلوب توافره عند التشغيل على التوازى و يكون هناك بالفعل فرق فى الجهد يساهم فى الغرض المطلوب .



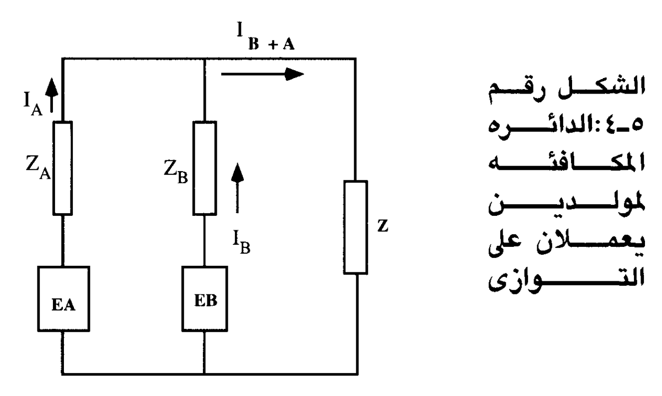
الشكل رقم ٥-٣ :تاثير الممانعه للتحكم فى التغذية اثناء تشغيل توازى للمولدات

بناء على ذلك يكون هامــا النظر الى ان يحتوى كل مــولد بالممانعه سواء كـانت المتناظره او المخـــالفــه لتلك المجـــاوره حيث يكون هناك فـــرصــــه للتحكم فى الزاويه المناسبـــه مع الاحتفــــــــــاظ بقيمه الجهد ثابته على القضبان لكل منهما ويمثل الرسم رقم ٥-٤ الدائره المكافئه لمثل هذه الحاله حيـث نرى ان التيــار الكلى المغـذى للحمل هو مجمــوع التيــارين الخـارجين من المولدين فعلا وهو الممثل رياضيا بـ :

$$V = I . Z = E_A - I_A . Z_A = E_B - I_B . Z_B$$

وبالتــالى نستطيع من خلال هذه المجمــوعــه من المعادلات الحصــول على القيمه المحــدده للجهـد على الحمل فى الدائـره بدلاله المكـونات بعـد استبعــاد قيم التيــارات التى دخلت فى المعادلات السابقه وبذلك نحصل على :

$$V = \frac{(E_A \ / \ Z_A) \ + (E_B \ + \ Z_B)}{Y \ + \ Y_B \ + \ Y_A}$$



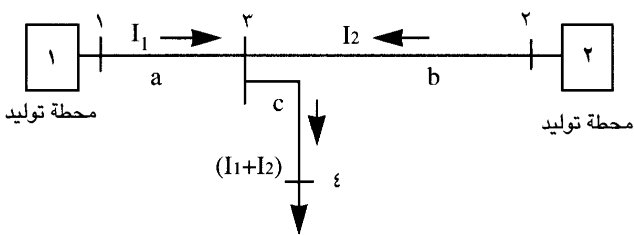
الشكل رقم ٥ـ٤ :الدائره المكافئه لمولدين يعملان على التوازى

وهذه الصيغه النهائيه لقيمه الجهد على الحمل توضح لنا ايضا اهميه تواجد الممانعه فى الدائره كما سبق شرحه من الناحيه الفقديه والتحكم فى الجهد ليكون متساويا على اطراف كل المولدات عند المشاركه بتحميل مختلف تلبيه لاحتياجات التغير الزمنى المتواجد فى الاحمال اليوميه طبقا لما ظهر من الشرح لمنحنيات الاحمال وحتى يكون المولد جزءا مرنا للتحكم فى جهد القضبان بالشبكه .

٥ـ٢ : توزيع الاحمال بين المحطات

DISTRIBUTION OF LOADS BETWEEN STATIONS

الفقد الكهربى او التوزيع الكهربى اقتصاديا فى منطقه محدوده ينحصر فى محتوياتها ففى داخل محطه توليد يكون التوزيع بناءا على استهلاك الوقود واى الوحدات الاقل تكلفه اما اذا ما ابتعدنا عن المولد لمسافه فيدخل فى الاعتبار التكلفه التى تخص هذا الجزء الجديد وتزيد الصعوبه كلما كثر عدد هذه الاجزاء ويكون فيها تكلفه تزيد او تقل حسب الحاله المحدده ويعرض الشكل رقم ٥ـ٥ رسما خطيا لتغذيه حمل واحد من محطتين لتكون التكلفه اقتصاديه حيث يدخل المكونات الجديده وهى الناقله للطاقه من المحطات والى الحمل .



الشكل رقم ٥ـ٥ : الرسم الخطى لاشتراك محطتين فى تغذيه حمل

نرى فى الرسم اربعـه قضبان رئيسيه منهم اثنان للمحطتين ١ و ٢ والثـالث للحمل رقم ٤ بينما يمثل القضبان رقم ٣ نقطه اتصال بين الخطوط النـاقله للطاقه ولهذا يكون المضاف الى التكلفه عباره عن تكلفه النقل او بالمعنى الاصح تكلفـه الفقد فى الطاقه نتيجه النقل من خلال هذه الخطوط وهى تشمل الفقد فى كل جـزء من الاجـزاء الثـلاثه a , b , c وعلى هذا تتحدد قيمه الفقد بالمعادله .

$$p(loss) = 3\,|I_1|^2 R_a + 3\,|I_2|^2 R_b + 3\,|I_1 + I_2|^2 R_c$$

ولما كانت المسأله صعبه التحديد كـان لابد لنا من فرض يسهل اسلوب حل المعادلات وقد كـان اول ما يعمل على هذا افتراض ان جميع التيـارات فى الشبكه فى نفس الطور وان كـان هذا غير حقيقيا الا انه يعطى مـن الاجابه اقرب مـا يكون الى الواقع ولهذا نجد ان العـلاقه بين التيارات تتحول الى $|I_1 + I_2| = |I_1| + |I_2|$

على هذا الفرض الاساسى نتحول الى القيمه المحدده للفقد فى طاقه النقل والتى تصبح

$$p(loss) = 3\,|I_1|^2 (R_a + R_c) + 3\,|I_1||I_2|R_c + 3\,|I_2|^2 (R_b + R_c)$$

وبناء على قيمه التيارات الناتجه عن محطتى التوليد والتى يمكن استنتاجها من

$$|I_1| = P_1 / \sqrt{3} \times V_1 \times pf_1$$

$$|I_2| = P_2 / \sqrt{3} \times V_2 \times pf_2$$

بالتعـويض عن قيمـه التيـارات نحصل على قيمـه الفقـد فى طاقـه النقل فى الشكل العـام ومبسط وهو :

$$p(loss) = P_1^2 \times B_{11} + P_1 P_2 \times B_{12} + P_2^2 \times B_{22}$$

حيث ان المعاملات التى ظهرت فى هذه المعادله وهى المعاملات B_{22} ,B_{12} ,B_{11} والتى تعرف باسم معاملات الفقدLoss coefficients تصبح داله فى المعاملات الرئيسيه لمكونات الشبكه الكهربيه وتتحدد من خلال المعادلات :

$$B_{11} = (R_a + R_c) / (|V_1|\, pf_1)^2$$

$$B_{12} = (R_c) / \big(|V_1||V_2|\,(pf_1)\,(pf_2)\big)$$

$$B_{22} = (R_b + R_c) / (|V_2|\, pf_2)^2$$

مثال : فى الشكل رقم ٥ - ٥ نعطى البيانات التاليه :

$I_1 = 1 < 0\ P.U$ ، $I_2 = 0.8 < 0\ P.U$ ، $V3 = 1.0 < 0\ P.U$

$Z_a = 0.04 + J\,0.16$, $Z_b = 0.03 + J\,0.12$, $Z_c = 0.02 + J\,0.08$ P.U

اوجد معاملات الفقد لهذه الشبكه الكهربيه وكذلك قيمه الفقد فى النقل .

الحل :

يمكننا ان نحصل على قيمه الجهد عند الاطراف غير المعروفه بعد ان تحدد قيمه الجهد عند القضبـان رقم ٣ والتى تعتمد على التحكم فى جهـد القضبـان وهو من الاعمال الاساسيـه لنقل الطاقـه ويكون مسئولا عنه فى الشبكه الموحـده جهـه واحـده وهى مـركـز التحكم

ونحصل على الجهد فى الوحدات الوحديه (P.U) كما يلى :

$$V_1 = 1 + (1 + J0) (0.04 + J0 . 16) = 1.04 + J 0 .16$$

$$V_2 = 1.024 + J 0 . 096$$

ومن ثم نستطيع استنتاج القدره المنقوله من كلا من المحطتين على النحو التالى :

$$P_1 = Re \{ (1 + j0) (1.04 + j0 . 16) \} = 1.04$$

$$P_2 = Re \{ (0.8 + j0) (1.024 + j0.096) \} = 0.819$$

وبهذا نحصل على قيمه معاملات الفقد فى هذه الشبكه بالقيمه الاتيه :

$$B_{11} = (0.04 + 0.02) / 1.04**2 = 0.0554$$

$$B_{12} = 0.02 / (1.024 * 1.04) = 0.0188$$

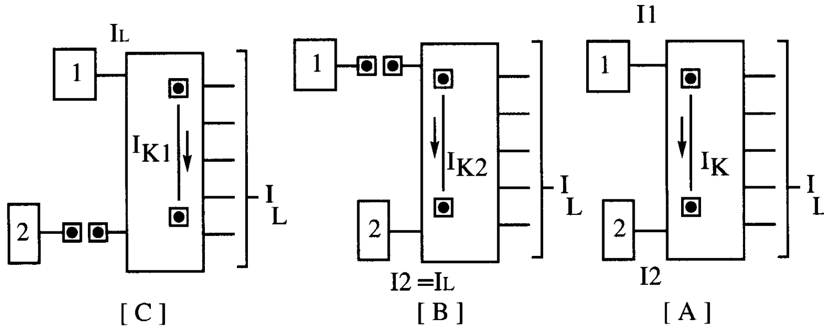
$$B_{22} = 0.07 * 0.02 / 1.024 ** 2 = 0.0477$$

ثم نحصل على قيمه الفقد على النحو التالى :

$$P = 0.06 + 0.032 + 0.032 = 0.124$$

٥ـ٣ : معاملات الفقد LOSS COEFFICIENTS

تحتل مشكله الفقـد فى الطاقـه المرتبه الاولى والعـاليـه فى العصر الحديث حيث تتجـه كل المدارس العلميه الى الاقتصاد فى استهـلاك الطاقه لنفس الخدمات المتـوفره ودون انقاص ولكن مع الانتفـاع الكامل بكل مـا وهبنـا الله من النعم والتى تعتبر الطاقـه واحـده منهـا خصوصـا وان الانسان تمكن من التغلب عليهـا وسخرها لمصلحـه البشريه وتعتبر عمليه توفير الفقـد فى الطاقه عبـاره عن توليد طاقـه كـانت مهدره ولذلك نفـرد هذا الجزء للفهم والتحليل الرياضى للتعبير عن اقتصـاديات استهلاك الطاقـه من خلال معـاملات الفقـد بالشكل العـــام ولاى عـدد من المحطات كما هو مبين فى الشكل رقـم ٥ـ٦ والذى يعـرض شبكه كهربيه لدراسه الفقد فيها .



الشكل رقم ٥ـ٦ :الرسم الصندوقى للشبكه الكهربيه

يهمنا بعد العرض السابق ان نضع عددا من الفروض الاساسيه لتبسيط المسأله وهى تنحصر فى خمس فروض :

١- التيارات جميعا فى نفس الوجه .

٢- النسبه بين تيار الحمل الى الحمل الكلى ثابته .

٣- الجهد على القضبان ثابت لايتغير .

٤- معامل القدره للمنبع قيمه ثابته لاتتغير .

٥- زاويه الجهد عند القضبان ثابته لاتتغير .

من هذا المنطلق ايضا نستطيع ان نحدد معاملات توزيع التيار الى الحمل بقيمه ثابته اى ان كل فرع فى الشبكه سوف يقوم بتغذيه الحمل بنسبه ثابته دون تغيير فيها على النحو

$$N_{k1} = I_{k1} / I_L \qquad \& \qquad N_{k2} = I_{k2} / I_L$$

وبالتالى نحصل على المعادله

$$I_k = N_{k1} \cdot I_1 + N_{k2} \cdot I_2$$

وحيث ان معامل القدره ثابت وكذلك التيارات جميعا فى نفس الوجه نحصل على قيمة التيار فى الفرع رقم K على :

$$| I_k |^2 = (N_{k1} | I_1 | COS\ a_1 + N_{k2} | I_2 | COS\ a_2)^2 + (N_{k1} | I_1 | SIN\ a_1 + N_{k2} | I_2 | SIN\ a_2)^2$$

حيث ان التيارات هى :

$$I_1 = I_1\ COS\ a_1 + J\ I_1\ SIN\ a_1 \quad AND \quad I_2 = I_2\ COS\ a_2 + J\ I_2\ SIN\ a_2$$

وهى نفس التيارات المحدده من القدره الناتجه عن المحطات والتى تأخذ الصيغه :

$$| I_1 | = P_1 / \sqrt{3} \cdot V_1 \cdot pf_1$$

$$| I_2 | = P_2 / \sqrt{3} \cdot V_2 \cdot pf_2$$

وهكذا نصل الى الشكل العام للفقد فى القدره بنفس الشكل السابق مع المحطتين ولكن مع الصيغه العامه لمعاملات الفقد على الشكل :

$$B_{11} = [1 / | V_1 |^2 (pf_1)^2] \Sigma_k (N_{k1})^2 R_k$$

$$B_{12} = [COS (a_1 - a_2) / | V_1 || V_2 | (pf_1) (pf_2)] \Sigma_k N_{k1} N_{k1} R_k$$

$$B_{22} = [1 / | V_2 |^2 (pf_2)^2] \Sigma_k (N_{k2})^2 R_k$$

اما بالنسبه للشبكه فى وضعها العام عندما تحتوى على عدد m من المحطات الكهربيه وعدد n من الفروع فيها فان الصوره العامه للفقد فى الطاقه يصبح

$$P (loss) = \Sigma_m \Sigma_n (P_m \cdot B_{mn} \cdot P_n)$$

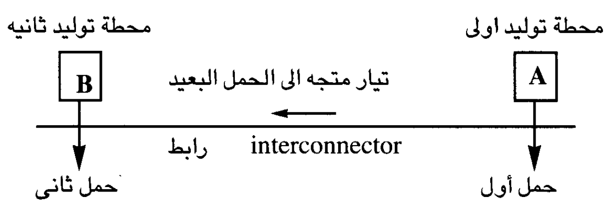
وفى هذه الحاله تأخذ معاملات الفقد الصيغه العامه :

$$B_{mn} = \frac{COS (a_m - a_n)}{| V_m || V_n | (pf_m) (pf_n)} \Sigma_k N_{km} \cdot N_{kn} \cdot R_k$$

وبذلك يكون التعبير عنها فى شكل مصفوفه رياضيه بشكل اوضح مثل

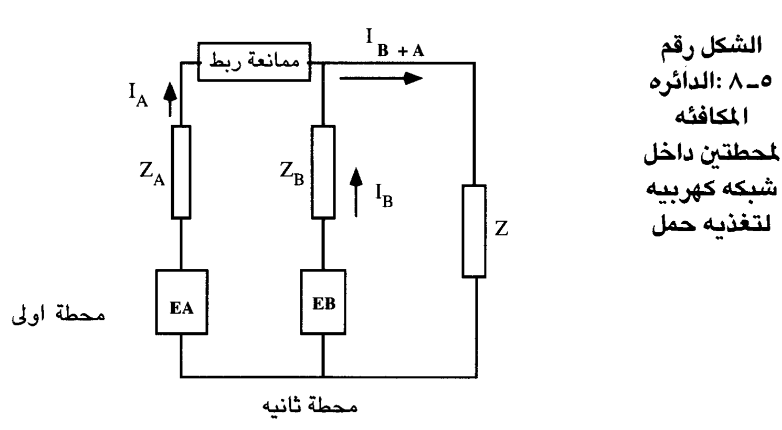
$$P(\text{loss}) = [P]^t [B] [P]$$

تتشـابه حـالتـى توزيع الاحمال بين مـولدين داخل المحطه وحـاله توزيع الاحمال بين محطتى توليد داخل الشبكه ويزداد الفهم هنا ان الممانعه المطلوبه تكون متوفره من خلال شبكه النقل التى تربط المحطتين تحت الـدراسه ويعطـى الشكل رقم ٥ـ٧ الرسـم الخطى المبسط للجــزء المحــدد من الشبكه للـربط بين المحطتين مع وجـــود الحمل او الاحمال المشتركه بينهما وهو ما يبين الممانعه بين المحطتين .



الشكل رقم ٥ـ٧ :الرسم الخطى لمحطتين تشتركان فى توزيع الاحمال

بينما نرى الدائره المكـافئه لهذه الشبكه الكهربيه الصـغيره فى الشكل رقـم ٥ـ٨ حيث نجد ان خط الربط بين المحطتين يوفر تواجد الممانعه بين المحطتين على غرار ما ظهر من قبل فى تشـغيل المولدين على التـوازى للمشـاركـه معـا فى تغذيه احمال بينهما وهى مـا تتسبب فى ظهور زاويه بين جهد القضبان تعطى السماحيه لثبـوت الجهد على القضبان كقيمه ثابته للتشغيل بينما يتم التحكم فى توزيـع الاحمال من خـلال ضبط الزاويه بين الجهد على كلا من القضبان على هذه الاطراف والقضبان .



الشكل رقم ٥ـ٨ :الدائره المكافئه لمحطتين داخل شبكه كهربيه لتغذيه حمل

بصـــدد احتساب السريـان الامثل للطاقه فـانه لابد من وضـع الاعتبـارات الاقتصــاديه فى المقـام الاول ولهذا فـان التـوزيع الامثل للطاقـه بين المحطات يخضـع لمقـدارين متغيرين لتكلفه الطاقه وهما تكلفـه الوقود وتكلفه الطاقه المفقوده ولـهذا نجـد ان المعادله الرياضيه التى تعبر عن ذلك تأتى اســاسا لاحتســاب القيمـه المثلى المطلوبه للتشغيل خصوصـــا فى الشبكات الكهربيه الضـخمه وهذه المعادله هى :

تكلفه الوقود الكلى (Ft) = مجموع تكلفه كل محطه على حده Fn

اما المعادله التى تخص الفقد فهى :

تكلفه الفقد الكلى = مجموع الفقد فى كل فرع فى الشبكه

ومن هاتين المعادلتين وبالتفاضل لها بالنسبه للطاقه المنتجه نحصل على المعادله :

$$dFt \;/\; dp\,(loss) + \lambda \times dp\,(loss) / dPn - \lambda = 0$$

وقيمه المعامل الذى ظهر فى هذه المعادله هام ويمكن التعبير عنه بالقيمه

$$\lambda = dFn \;/\; dPn \;\times\; Factor$$

اما هذا المعـامل الجديد فهو مـا نعرفه بـاسـم معامل الجزاء PENALTY FACTOR والذى يحدد الغرامه عن الاستهلاك اقتصـــاديا مما يجعل دراسه هذه العمليه اوضـح عن ذى قبل ولذلك فـانه يتحـدد ايضـا من معامــلات الشبكه ذاتها وقـد يتغير من وقت الى أخـر وهو يعتمد على المعادله الرياضيه التاليه :

$$Factor = 1 \,/\, (\, 1 - dp\,(loss) \;/\; dPn\,)$$

٥ـ٤ : مركز التحكم DESPATCHING CENTER

يقـوم مركـز التحكم ببعض العمليات التشـغيليـه والرقابيـه والتوجيهيـه داخل الشبكات الكهربيه واطرافها المنتجه للطاقـه او الناقله او الموزعه لها او حتى حدود الاستهلاك لدى المشـتركين وعلى هذا يقوم مركز التحكم (الشكل رقم ٥-٩ ص : ١٣١) بما يلى :

١ـ جمع المعلومـات اللحظيـــه (كل ثانيتين او اقل) عن حـاله تشغيـل منظومــه تشغيل الكهرباء وذلك فيما يخص الاطراف الهامه وهى :

* محطه التوليد POWER STATIONS
* محطه المحولات الرئيسيه MAIN SUBSTATIONS
* شبكات نقل الطاقه TRANSMISSION NETWORKS
* شبكات توزيع DISTRIBUTION NETWORKS

٢ـ تقوم اجهزه الحاسبات العامله فى المركز (الشكل رقم ٥-١٠ ص : ١٣١) بتحليل هذه المعلوماتفوريا وبسرعه فائقه .

وبهذا العمل المركزى تستطيع تحقيق ما يلى :

* رفع معدل عول تشغيل الشبكة .
* زيادة كفاءة اداء الخدمة الكهربية.

* تقليل التكلفة الأنتاجية للطاقة .

٣ـ تعرض الشاشات العارضه (الشكل رقم ٥-١١ ص : ١٣١) فى المركز نتائج التحليل الذى تم لمساعده مهندسى المركز فى الالمام بالموقف واتخاذ القرار المناسب باسرع مايمكن.

٤ـ اصدار اوامر التشغيل الى جميع اطراف الشبكه من محطات توليد ومحولات حيث يعطى مركز التحكم أوامرة التشغيلية لمسئولى المحطات المختلفة لاجراء المناورات التى تخص :

١ـ تحميل محطات التوليد الى الشبكة .
٢ـ تحميل وحدات التوليد داخل محطة التوليد وتوصيلها الى الشبكة .
٣ـ التحكم فى زاوية التحكم بين القضبان المختلفة بالشبكة .
٤ـ التحكم فى سريان الطاقة المطلوبة بشكل اقتصادى .
٥ـ التحكم فى كميات الطاقة الظاهرية بشبكات النقل الكهربى .
٦ـ التحكم فى قيمة الذبذبة بالمنظومة الكهربية .
٧ـ التحكم فى حركة الطاقة الظاهرية فى الشبكة الكهربية .
٨ـ توزيع عبء التحميل بين خطوط النقل .
٩ـ توزيع الاحمال بين المحطات المختلفة .
١٠ـ المحافظة على استمرارية تغذية المستهلك بالطاقة عند حاجتة لزيادة أحمالة .

لتنفيذ هذه الاعمال بنجاح ودقه يلزم ان تتوفر المكونات التاليه فى هذا المركز وهى :

* حاسبات الكترونيه COMPUTERS فائقه السرعه .
* مجموعه متكامله من البرامج الحاسوبيه SOFTWARE من اجل جمع المعلومات اللحظيه وتحليلها واظهارها على الشاشات التليفزيونيه .
* اجهزه اتصالات حديثه متطوره لارسال البيانات اللحظيه من المواقع المختلفه وارسالها تلقائيا الى مركز التحكم (الشكل رقم ٥-١٢ ص : ١٣١).
* الاعتماد على شبكات الميكرويف CARRIER المحمله على خطوط نقل الطاقه الكهربيه لنقل المعلومات بسرعه .

من خلال مركز التحكم نستطيع ان نحصل على المزايا الأستراتيجية التاليه :

١ـ التشغيل الاقتصادى الامثل للشبكه بطريقه شبه لحظيه .
٢ـ توفير الوقود اللازم لتشغيل المحطات الحراريه وذلك من خلال النظره الشامله والاعتماد على المحطات التى توفر الوقود مثل المحطات المائيه كالسد العالى فى مصر.
٣ـ رفع كفاءه تشغيل الشبكه القوميه وتمثيلها بسهوله فى كل وقت كما هو مبين من الخريطه الضوئيه لحاله الشبكات الكهربيه فى جمهوريه مصر العربيه والموجوده فى

مـركـز التحكم الرئيسى ومـوضحـه فى الشكل رقم ٥-١٢ (ص : ١٣١)كأنها غرفة عمليات عسكرية.

٤ـ زياده درجه امان تشغيل الشبكه الكهربيه ككل للاعتماد على التحليل الفورى للبيانات وبالتالى اتخاذ القرار المناسب.

٥ـ زياده التركيـز لالقاء الضـوء على التخطيط المستقبلى لبناء قـاعـده الشبكه الكهربيـه والامتداد التقنى لها.

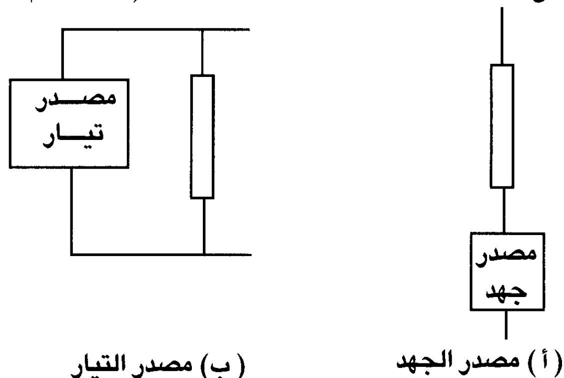
٦ـ اتاحـه الفرصـه لاسلوب الصيانه الامثل مع التشغيل المناسب دون اللجـوء الى الطرق العقيمه فى قطع التيار الكهربى.

٧ـ توفير الطاقة الكهربية ورفع معدل استغلالها الفعلى بدلا من اهدارها.

الفصل السادس
تصميم الرسم الفردى
DESIGN OF SINGLE LINE DIAGRAM

لفهم عمليه تصميم الرسم المفرد او الفردى علينا ان نبدأ بماهيه الرسم الكهربى على وجه العموم وفى الحقيقه يعبر الرسم الكهربى بشكل قاطع ومحدد عن كيفيه التوصيلات الكهربيه فى شكل دائره كهربيه محدده ومعلومه المصدر ونقاط الاستهلاك فيها ولذلك فان الرسم الكهربى يشمل تمثيل كهربى لمكونات الدائره الكهربيه وهى :

١ـ مصدر انتاج الطاقه وهو اما مصدر جهد او مصدر تيار (الشكل رقم ٦-١)



(أ) مصدر الجهد (ب) مصدر التيار

الشكل رقم ٦ـ١ :مصادر الجهد والتيار فى الدوائر الكهربية

٢ـ مكونات الدائره الكهربيه بالصوره الكهربيه وتتمثل فى المكونات المكافئه لكل ما يدخل فى الدائره الكهربيه مثل المقاومه والممانعه سواء كانت حثيه او سعويه او الكل معا فى مكان واحد او تكرار هذه الاجزاء من الدائره بصفه مستمره وهى ما تسمى بالمعاملات انتشاريه الطابع .

٣ـ معدات استهلاك الطاقه الكهربيه عند النهايات وتتمثل بمعوقه تشمل كلا من المقاومه والممانعه .

٤ـ طريقه التوصيل بين المصدر والمستهلك واماكن الاتصال بين الاسلاك فيها .

بعد هذا العرض المبسط لمكونات الدائره الكهربيه ننتقل الى معنى الرسم الكهربى وهو ما يعبر عن هذه المكونات فى شكل رسم يسير مع التوصيلات الكهربيه فى الدائره وهو بالتالى يكون دائره واضحه ومحدده كما هو الحال بالنسبه للدوائر الالكترونيه والدوائر السهله حيث يكون منبع التيار او الجهد واحدا حتى وان تعددت الاحمال المستهلكه للطاقه

او كثرت نقاط اتصالها مع الدائره وهذه هى ابسط الاشكال الممكنه ولذلك يمكن تقسيم الدوائر الكهربيه الى :

١ـ دوائر وحيده المصدر single supply circuits

٢ـ دوائر متعدده المصدر multi supply circuits

٣ـ دوائر وحيده المصدر متعدده الاطراف التحميليه

single supply multi load terminal circuits

٤ـ دوائر متعدده المصدر متعدده الاطراف التحميليه

multi supply multi load terminal circuits

بالنسبه للدوائر وحيده المصدر حتى وان تعددت نقاط التحميل تكون الدوائر سهله الفهم والوضوح ويمكننا تتبعها بسهوله ويسر كما هو الحال فى الاجهزه الالكترونيه مثل التليفزيزن والراديو والمسجل والحاسوب الالكترونى وغيرهم اما بالنسبه للدوائر متعدده المصدر بنوعيها وحيده الحمل فانها تماثل الدوائر السابقه من حيث التتبع والدراسه والفهم وان كانت سوف تبدو اكثر صعوبه عن السابقه اما بالنسبه للدائره الكهربيه متعدده مصادر التغذيه الكهربيه متعدده نقاط التحميل فانها سوف تكون اكثر صعوبه واشد تداخلا بين الجهات وبعضها خصوصا وان الشبكات الكهربيه تتبع هذا النوع من الرسم الكهربى وفى هذه الحاله تكون الدوائر الكهربيه هى :

١ـ دوائر متعدده الاطوار multi phase circuits

٢ـ دوائر وحيده الطور single phase circuits

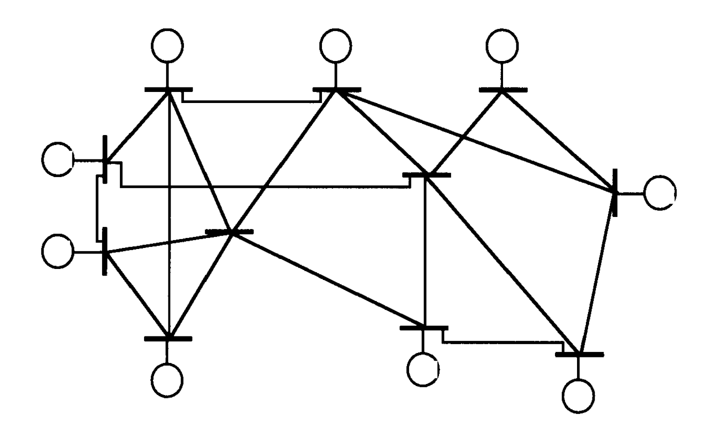
الدوائر متعدده الاطوار مثل الشبكات الكهربيه فهى الاطوار الثلاثية والسداسيه والتساعيه ومضاعفتها ويجب التنويه الى انه لم تدخل فى حيز التجربه الفعليه الا الاطوار السداسيه بينما فى الواقع تتواجد الاطوار الثلاثيه اساسا للتوصيلات الكهربيه فى الشبكات الكهربيه بجانب الاستخدامات انفراديه الطور فى التوصيلات التى تخص شبكات التوزيع على وجه الخصوص ولما كانت الرسومات متعدده الاطوار سوف تكون تكراريه الطابع بمعنى تجاور الاسلاك فى الدائره معا فى شكل مكرر مما يجعل الرسم مكتظا بالاسلاك فجعل المهندسين يلجأون الى التعبير عن الرسومات متعدده الاطوار مصدر ومستهلك الى ما يمثلها فى شكل طور واحد وهذا هو جوهر الموضوع الحالى فى هذا الفصل .

من هذا المنطلق يأتى اهميه التعامل مع الشكل المفرد للرسم الكهربى للشبكات الكهربيه واجزائها من حيث المبدأ حيث تبين التوصيلات بشكل ابسط ويمكن منها فهم الدائره علاوه على امكانيه دراستها وسرعه متابعتها وهكذا يقل المجهود فى الرسم الى الثلث كما تقل الكثافه الرسميه فى لوحه الرسم بنفس النسبه ولهذا فان التعامل مع الرسم الفردى

اصبح اســاســا ليس فقط من حيث التشغيل او المتــابعه والــدراسه بل ايضــا من ناحيــه التصميم .

٦ـ١ : الشبكه الكهربيه ELECTRIC NETWORK

تعد الشبكه الكهربيه القــوميه مثالا حيويا لمعنى الدائره الكهربيــه متعدده مصدر التغذيه متعدده الاحمال حيــث يكون هناك تغذيه فى بلاد وامــاكن متفرقــه من الدوله بينما يكون التحميل والاستهلاك فى امــاكن اخرى تماما الا اننا هنــا نتكلم فى هذه الفقره حتى الآن عن مفرد الطور تحميلا او تغذيه وهكذا يكون التــوصيل ممثلا لهذا الوضع ولكن الامر يزداد تعقيدا عندما نرى ان مصـادر التغذيه كلهــا ثلاثيه الطور وهذا يعنى تعدد مصدر التغذيه فى النقطه الواحــده من الرسم كما هو الحال بالنسبه للاحمال ايضــا ويوضح الشكل رقم ٦ـ٢ شكلا عاما للرسم الكهربى المعبر عن شبكه كهربيــه متعدده مصادر التغذيه متعدده الاطوار متعدده نقاط التحميل .



الشكل رقم ٦ـ٢ : شبكه كهربيه موحده

يمثل الشكل هذا الرسم المفــرد للشبكه الكهربيــه والا كانت ازدحمت الصفحــه بالرسم الى درجه قد تضيق بها النفس لان مثل هذه الرسومات قــد تتواجد فى مقاسات اكبر من الورق حتى يسهل الرؤيه والفهم وعلى الجانــب الآخر نجــد ان شكل التــوصيــلات بين مصـــادر التغذيه ومــراكز الاستهــلاك قد يختلف او يتغير ولكن هذا الموضــوع يخضع للتصميم من حيث التصــور التخطيطى والتــوسع الاستهلاكــى على الخريطه القوميــه وحــاله محطات التــوليــد المختلفه المرتبطه بــالشبكه وتكلفه انتــاج الطاقــه منهــا الى غير ذلك من العــوامل الاساسيه والهامه التى تضع شروطا لهذه التوصيلات .

اضافـه الى ما سبق بيانه نجـد انه بالنسبه للشبكات الكهـربيه فهى تعمل بنظام الاطوار الثلاثيه وهذا يعنى انه فى مجال الشبكات الكهربيه ومحتوياتها تكون الرسومات الكهربيه ذات نوعين هما :

١ـ رسم وحيد الطور SINGLE LINE DIAGRAM

٢ـ رسم ثلاثى الطور THREE WIRE DIAGRAM

الا اننا سـوف نعتمد على الرسم وحيـد الطور على اعتبار اننا نتعـامل مع شبكات متماثله التوزيع على الاطوار الثلاث وبالتالى فـانه يجوز التعبير عنها بالشكل الفردى المبسط مثل ما ذكر من قبل ويهمنا هنا توضيح ان الشبكه الكهربيه هى التى تصل ايضا بين المحطات الكهـربيـه اعتمادا على القضبـان الرئيسيـه لكل محطه ولهذا تعتبر القضبـان الرئيسيـه محورا للتفاعل الشبكى وامكانيه الحركه وتنفيذ الاوامـر الصادره عن مركز التحكم وذلك يتطلب المزيد من الرؤيه عن تلك القضبان وكذلك الخطوط الكهـربيه والمغذيات التى تربط بينهم على طول المساحه التى تغطيها الشبكه الموحده .

اولا : القضبان الرئيسيه MAIN BUSBARS

تمثل القضبان الرئيسيـه محورا اساسيا للشبكات الكهربيه وفى الحقيقـه ما هى الا نقطه توصيل الاســلاك معـا وهو مـا يفعله الفنيـون العـاديون من برم الاســلاك معـا ليكون توصيلا كهربيا جيدا بدلا من اللحام او الربط من خلال روزيتات ولكن بالنسبه للشبكات الكهربيه لايمكن برم الاسلاك معا فى نقطه واحده للاسباب الاتيه :

١ـ قطر الاسلاك كبير جدا .

٢ـ التيار المار بالاســلاك كبير لدرجه ان الشراره الداخليـه بين شعيرات الاسلاك يمكن ان تسبب تلفا لها وبالتالى تتغير المواصفات المطلوبه .

٣ـ ان جهد التشغيل عـالى او فائق مما يستحيل معه ربط الاســلاك هكذا وتركها فى الهواء لانها اسلاك هوائيه التركيب

٤ـ يتم الربط بين عـدد كبير من الاطراف وهـو الامـر الذى لايمكن ان يتحقق معـه الربط المباشر مثل البرم فى نقطه واحده أو حتى التربيط لعدد من الاسلاك فى نقطة واحدة .

٥ـ سوف يكون اجراء اعمال الصيانه صعبا ان لم يكن مستحيلا .

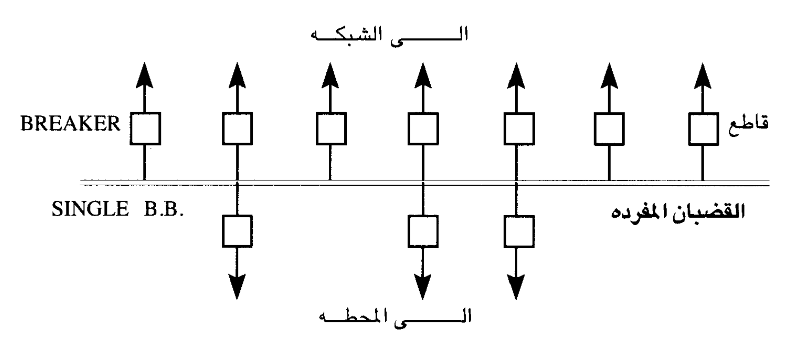
٦ـ النظام الموجود ثلاثى الطور مما يستحيل معـه عمل هذا الاجراء دون تداخل خطير او قد يستحيل الامر بكامله .

لهذه الاسبـاب وغيرها اصبح واجبـا ان نقوم بفـرد هذه النقطه على مسـافـه طويله حتى نتمكن من التغلب على المشـاكل سالفه الـذكر وبذلك وصل الامـر الى ان تصبح القضبان الكهربيه اسـلاكا طويله تمر على كامل التوصيلات بـالمحطه ليكون كل جزء متصلا به فى موقعـه وتمثل نقطه من وجهه النظر الكهربيـه اما عن قطر اسلاك القضبـان فيتحدد عن

طريق اجمالى التيارات الممكنه فى آن واحد كى تمر فيه عـلاوه على المتانه الكهربيه المطلوبه نتيجه الربط المتتالى للاسلاك على طول المحطه مما يزيد من الضـغط الميكانيكى عليه .
على الجانب الآخر نجد انواع القضبان الكهربيه عـديده ومتنوعه نتيجه التزايد المستمر فى الطاقه المطلوبه وهى على وجه العموم تنحصر فى :

١ـ نظام القضبان المفرده SINGLE BUSBAR SYSTEM

انه من اقـدم النظـم التى عمل بها فى الماضى ومـازال العمل به جــاريا ولكنه فى الاجـزاء الصغيره والمحـدوده تحميليـا ويعطى الشكل رقم ٦ـ٣ الشكـل العـام لهذه النوعيـه من القضبــان حيث نشاهد القضبــان ترتبط بكل اطراف التـوصيل الخاصه بالمحطه دخـولا وخروجا الى الشبكه باعتبارها نقطه واحده من الناحيه الكهربيه .

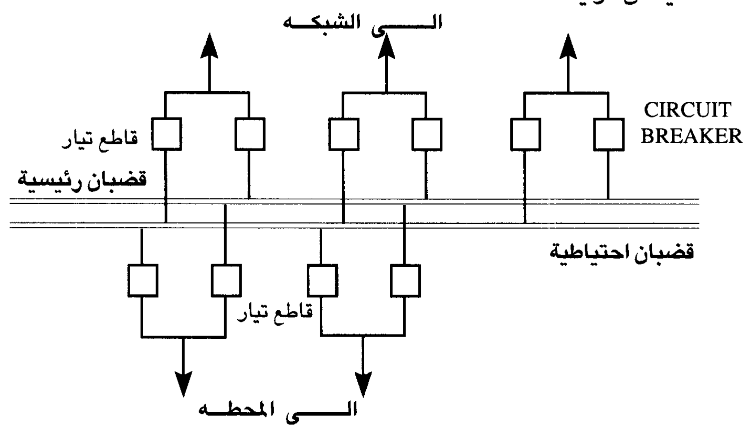


الشكل رقم ٦ـ٣ : القضبان المفرده

من الشكل رقم ٦ـ٣ نرى العيوب التى تعيب استخـدام القضبان المفرده كثيره ويمكننا ان نذكر بايجاز اهم هذه العيوب :
١ـ انعدام قيمه اعتماديه اذا ما حدث قصر على القضبان .
٢ـ عدم امكان اجراء الصيانه تحت الجهد التشغيلى للشبكه ولذلك تستلزم الصيانه انقطاع التيار تماما عن القضبان واخراجه من الشبكه .
٣ـ عدم المرونه فى عزل احد الاحمال عن الاخرين .
٤ ـ عدم توافر امكانيه فصل احد الدوائر المغذيه عن الاخرى .
لهذه الاسباب اصبح الاعتماد على نوعيـه القضبان المفرده غير مـرغوبا بل توجهت الافكار الى استنباط اسلوب افضـل يتميز بالمرونه مما جعل المتخصصـون يتجهون الى الاسلوب التالى وهوالقضبان المزدوجه .

٢ ـ نظام القضبان المزدوجة DOUBLE BUSBAR SYSTEM

تعتبر القضبان المزدوجه نوعيه القضبان التى تغلبت على الكثير من العيوب التى ظهرت فى القضبـان المفرده بل وجعل الجميع يتجـه مبـاشره الى هذا الاسلوب والمبين فى الشكل رقم ٦-٤ لما فيه من مزايا .



الشكل رقم ٦ـ٤ : القضبان المزدوجه

من الشكل رقم ٦ـ٤ نجد النظام الجديد للقضبان افضل عن سابقه لمزايا هى :

١ـ يمكن اجراء الصيانه وتشغيل الجزء الاخر من القضبان .

٢ـ زياده الاعتماد للتوصيلات الكهربيه .

الا انه ظهرت عيوب اخرى فى هذا النظام وهى :

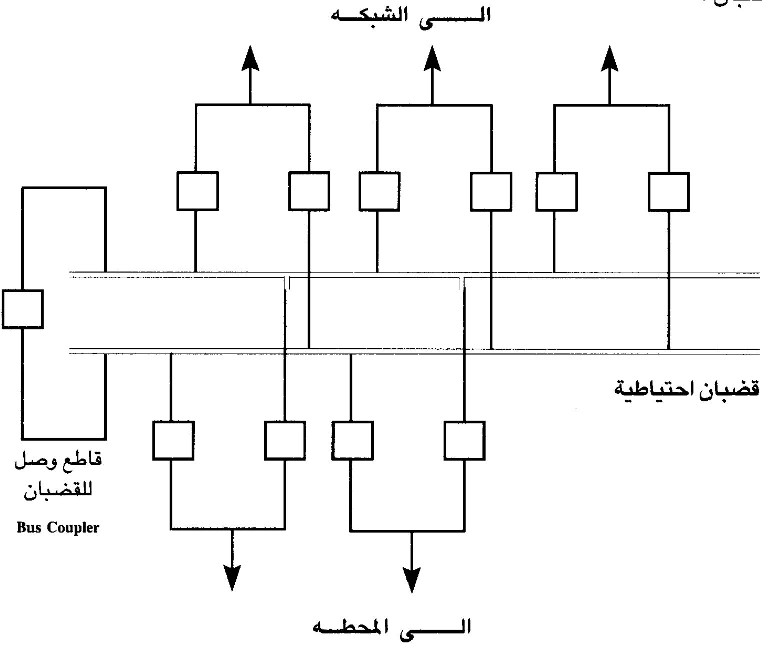
١ـ زياده عـدد القـواطع الموجـوده الى الضعف مما يتسبب فى ارتفـاع تكلفـه المحطه ككل لاتتواكب مع ما ظهر من زياده فى الاعتماديه .

٢ـ مازال النقل من القضبان الرئيسيه الى الاحتياطيه يحتاج الى فصل التيار كليا ولكنه لمده قصيره جدا غير تلك فى النظام السابق .

٣ـ ضروره فصل القواطع المتصله بالقضبان غير العامله بصفه مستمره مما يعتبر اجهادا ميكانيكيا على اليايات المحركه للملمسات المتحركه داخل القاطع الشرارى .

من هنا لزم تعديل الشكل العـام للقضبان المزدوجه بحيث نتغلب على عمليـه انقطاع التيار كليا عند النقل بين القضبـان كما نشاهده فى الشكل رقم ٦ـ٥ حيث تم اضافه قـاطع جديد خصيصـا بين القضبـان الرئيسيـه والاحتيـاطيـه يعـرف باسم قـاطع وصل القضبـان Bus Coupler بحيث يمكننا تـوصيله لينقل الجهـد من القضبـان العـامله الى الاخـرى الاحتيـاطيـه ثم يتم نقل بقيه الاطراف نتيجه ان اصبح كلا من القضبان الرئيسيه

والاحتيـــاطيـــه نقطه واحده الى ان تتم عمليه النقل كامله فيتم فصل المفتاح الواصل بين القضبان .



الشكل رقم ٦ـ٥ : القضبان المزدوجه مع قاطع وصل القضبان

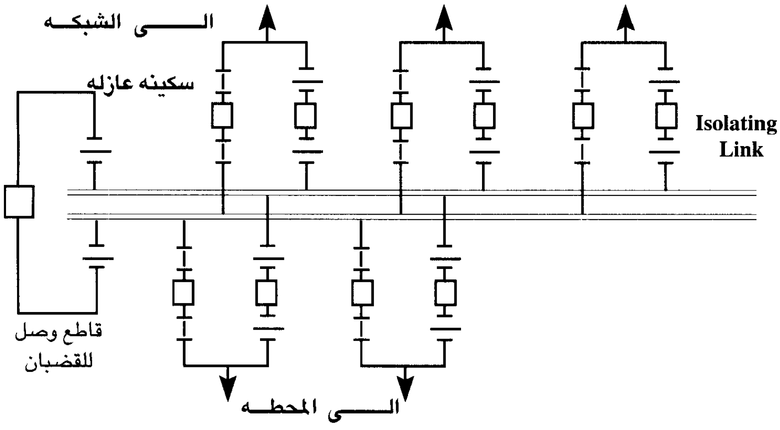
ولكننا مازالنا نعانى من العيوب التاليه :

١ـ ارتفاع تكلفه المحطه لمضاعفه عدد القواطع فى الشكل .

٢ـ الاجهاد العالى على يايات القواطع غير العامله بالاضافه الى قاطع الوصل للقضبان اثناء التشغيل العادى لاحد القضبان .

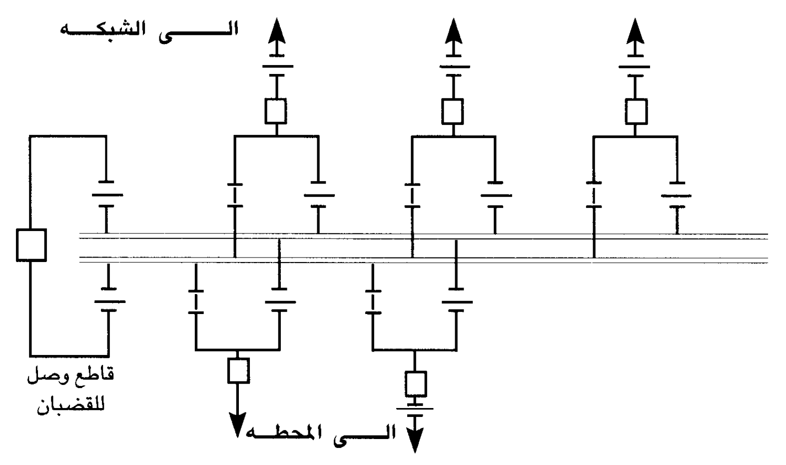
٣ـ عـدم توافر امكانيــه الصيانه للقــواطع جميعا لاتصـــالها من احد الاطراف على الجهـد للقضبان او الشبكه .

من هذا المنطلق تم التغلب على عدد القــواطع والتكلفه بالاضـافه الى عمليــه امكانيه الصيانه مباشره اذا مـــا استخدم الشكل المبين فى الشكل رقم ٦-٦ حيث اضيف عددا من السكاكين العازله Isolating Links بعد وقبل القواطع مما جعل اعمال الصيانه فيها سهله .



الشكل رقم ٦-٦: القضبان المزدوجه مع قاطع وصل القضبان وسكاكين

بهذا الاسلوب الجديد اصبح ممكنا اجراء الصيانه على القواطع الكهـربيه فى الدائره جميعا واثناء التشغيل تحت جهد دون خوف الا انه مازال العيب الاساسى فى اقتصاديات التكلفه لتواجد المفاتيح (circuit breakers)او (ا لقواطع) واصبح واضحا الان انه يمكن انقـاص عددها الى النصف على النحو الموجـود فى الشكل رقم ٦-٧ حيث نرى الشكل اكثر تبسيطا واقل تكلفه الا انه معيب بضروره اتباع اسلـوب المناورات المتتابعه عند الفصل والتوصيل لمناوره النقل من قضبان عامله الى الاخرى الاحتياطيه او العكس .



الشكل رقم ٦-٧: القضبان المزدوجه بحاله متكامله

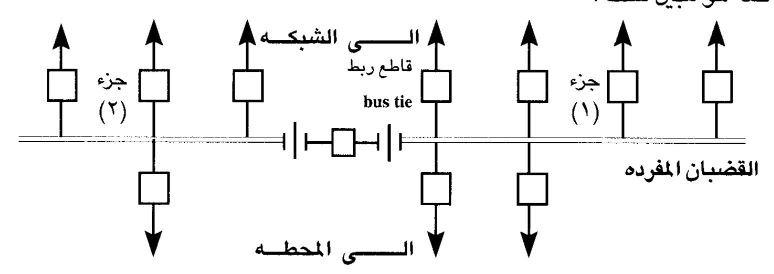
هذا الشكل الاخير يمثل الحالـه المثلى للتـوصيل الكهـــربى باستخـدام نظـام القضبـان المزدوجـه حيث يعتمـد على استخدام السكاكين العـازله كما تعـرف بهذا احيـانا بدلا من القـــواطع الشراريه باهظه الثمن كما ان الشكل اصبـح ابسط بكثير مما يزيد من قيمتـــه الفنيه بالاضـافـه الى الراحه الميكانيكيه للجهاز الميكانيكى للقـواطع جميعا بما فيهم قاطع وصل القضبان ولكن يتبقى تنسيق ترتيب عمليـات الفصل والتوصيل طبقا لاوامر مـركز التحكم المختص وقـد عمل هذا النظام بنجـاح الى ان زادت الاحمال عن المتـوقع واصبحت الحاجه ملحه لتقسيم الاحمال او النغذيات الى اجزاء وهو ما اظهر القضبان المتقطعه .

٣ـ نظام القضبان المتقطعه Sectionalized Busbar System

تحتـاج الى اسلوب تقطيع القضبـان الى اجـزاء حتى يمكننا التعـامل بحـرية اكبر مع أقل فصل لعـدد المغـــذيات أو الاحمال أو ليس الفصل بل فى اجـــراء المناورات حتى لا تطول المناورة من اجل عمل بسيط وبهذا الشكل نستطيع تقليل المجهـود وتقليص الأخطاء التى من الممكن أن تحدث وبذلك نجد القضبان المتقطعة تنحصر فى نوعين على النحو التالى :

(أ) قضبان مفرده متقطعه Sectionalized Single Busbars

يهمنا من البـدايه ان نتتبع هذا النوع المبسط ليسهل الفهم ولايحدث تداخـلا نحن فى غنى عنه مثل الرسم المبسط فى الشكل رقم ٦ـ٨ حيث نرى اضــافه جـديده لمفتاح شرارى وهو مـا يقوم بتقطيع القضبـان ذاتها ويقسمهـا الى شطرين ولذلك يسمى هذا القـاطع باسم قاطع ربط القضبان bus tie وقد تم اضافه السكاكين قبله وبعده طبقا للاصول الهندسيه كما هو مبين سلفا .



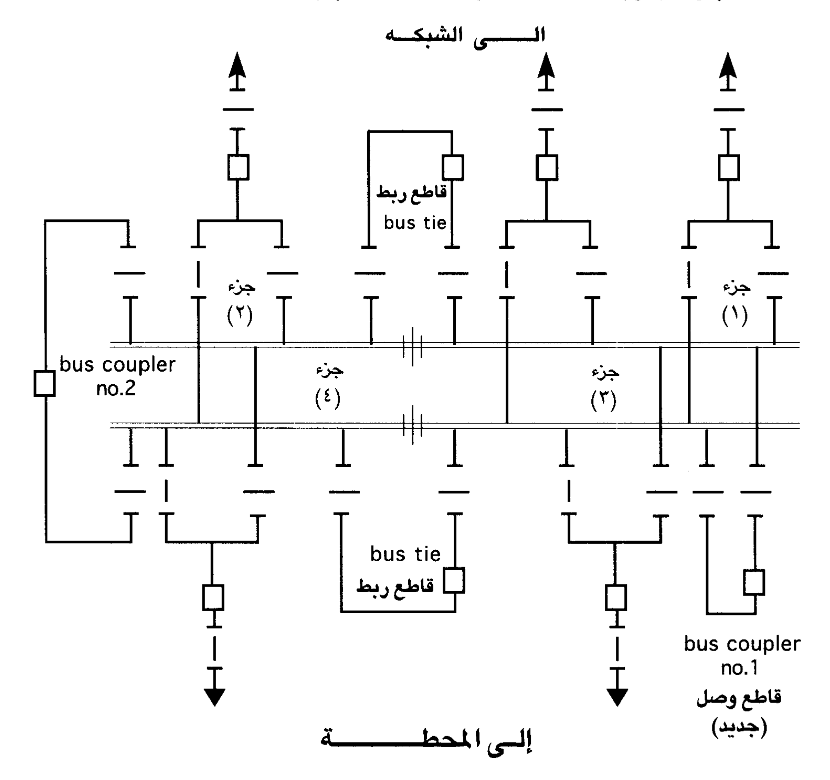
الشكل رقم ٦ـ٨: القضبان المفرده متقطعه الطابع

هذا الشكل المبسط يضع امـامنا الشكل الجوهرى لقـاطع ربط القضبـان وهو مـا يتمثل بسكينه فقاطع فسكينه لنفس القضبـان الواحده وهذا هو الفرق بين قـاطع ربط القضبان ليربط نفس القضبان الرئيسيــه معا بعد ان كـانت اجزاءا بينما قاطع وصل القضبـان فهو القاطع الذى يصل القضبـان الرئيسيه مع الاحتياطيـه معا اما اذا مـا زادت الاجزاء لنفس القضبان زاد معهـا عدد القـواطع اللازمه لربطهـا فى شكل قضبان واحـده وهذا النوع من القضبان يتميز بما يلى :

١ـ زياده الاعتماديه للقضبان .
٢ـ امكانيه عزل بعض الاحمال عن غيرها .
٣ـ اتاحه الفرصه لعزل اى من المغذيات الهامه او الخطيره عن الاخرين .
٤ـ رفع مستوى القصر وتقليل قيمه تيار القصر .

(ب) قضبان مزدوجه متقطعه Sectionalized Double Busbars

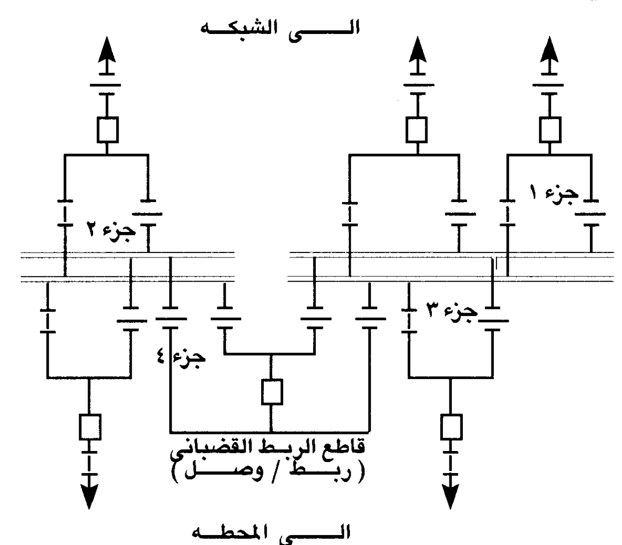
الآن نصل الى القضبـان المتـواجده فى التطبيقـات الواقعيـه حتى يمكننا متـابعـه اسلوب القضبان المتقطعه خصوصا بعـد الشرح السابق على القضبان المفرده ويقدم الشكل رقم ٦ـ٩ القضبان المزدوجه المتقطعه الى اجزاء لذات القضبان .



الشكل رقم ٦ـ٩: القضبان المزدوجه بحاله مثلى بخليتى الربط والوصل للقضبان

جـدير بالاشـاره الى انه لايمكن الاعتماد على قـاطع ربط واحـد لان القضبـان الرئيسيـه والاحتيـاطيه قـد ازدوجا حيث ان الاجـزاء لايمكن ان تتصل الا من خـلال ايجاد وتركيب قاطع تيار لوصل القضبان عند الاجزاء جميعـا حيث ان الناتج الفعلى هو قضبان مزدوجه مرتين وهى الاجزاء ١ و ٣ معا والاجزاء ٢ و ٤ سويـا كقضبان مزدوجه بينما يقوم قاطع الربط بقطع القضبان الرئيسيه الى جزأين هما الجزء رقم ١ والجزء رقم ٢ ولكن القضبان الاحتيـاطيه انقسمت الى الجزء رقم ٣ والاخير رقم ٤ وهذا من اهم مـا يهمنا اضافتـه هنا كمعلومه يجب الا ينساها المهندس على الاطلاق .

كما انه من ناحيـه اخرى نجـد انه فى بعض النظم يلجأ المتخصصـون الى التقليل من عـدد القـواطع الشراريه هذه نتيجـه ثمنهـا البـاهـظ مما دعـا بعض المنتجين عند انشـاء هذه المحطات للجهد العالى ٢٢٠ ك . ف . او اكثـر الى الدمج بين قواطع الربط والوصل وجعلهم واحـدا بدلا من أربعـــة كما نرى ذلك فى الشكل رقم ٦-١٠ حيث تم الغـــاء كل القـــواطع الموجوده للنقل والـربط بين القضبان الى قاطع وحيـد أى انة تم توفير ثلاث قـواطع وعدد اربعة سكاكين .



الشكل رقم ٦ـ١٠ : القضبان المزدوجه بحاله مثلى بخليه وحيده لربط ووصل للقضبان

٤ـ نظام القضبان الثلاثى Tripple Busbar System

مع التطور الزمنى ازدات كميـات الطاقه المنقـوله عبر الشبكات الكهـربيه مما رفع درجـه

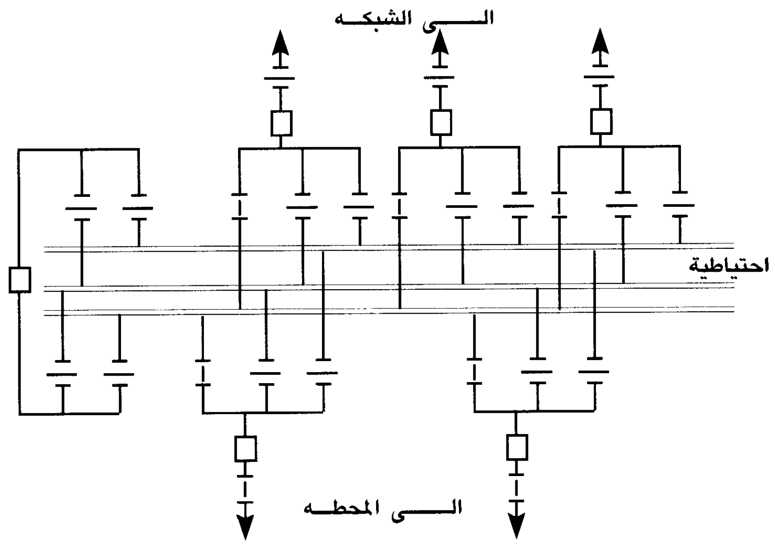
الاستنفار فى تشغيل المحطات التى كانت تكفى بنجـاح من قبل الا ان الزياده هذه مستمره ودون توقف مما اصبـح فى بعض الحالات وفى القليل من الاوقـات لزامـا الا نستخـدم القضبان المزدوجـه فى صورتها الاصليـه والتى من اجلها انشئت وغـدا من الممنوع النقل من القضبـان الرئيسيه الى الاحتيـاطيه لانها تعمل فعـلا بصفه اسـاسيه مثل الرئيسيـه تماما وهكذا يكون القضبان الواحده قـد انقسمت الى اثنين مستقلين تماما خصوصا وانه قـد تسبب فى هذه الظاهره ارتفاع مستـوى قـدره القصر عند هذه القضبان وهو مـا يمنع توصيلها معا حتى لاتقل الممانعه الى النصف ويزيد التيار الى الضعف .

عملت المحطات المختلفه على هذا النمط واستمرت على اسـاس انها سوف تتعدل مستقبلا الا ان الامـور قد سـاءت عن ذى قبل وخصوصـا مع الارتفاع فى الجهـد الى الجهد الفـائق والذى يصـل الى ٥٠٠ ك . ف . فى مصر والى ٧٥٠ واحيـانا ١١٥٠ ك . ف . فى الـدول المتقدمه مثل امريكا والاتحاد السوفيتى السـابق وفرنسا مما دفع المهندسون لاستخدام النظام الاكبر من القضبـان وهى القضبـان الثلاثيـه كما نشـاهدها فى الرسم رقم ٦-١١ حيث ظهرت القضبـان الرئيسيه والاحتياطيـه ومعهما القضبان المستحدثه وهى الثـالثه معهم ليكون العمل من خلالهم جميعا فى منظومه واحده .

من الرسم الموضح فى الشكل رقم ٦-١١ يمكننا استخلاص الاتى :

١- بدون اضافـه ايه قواطع شراريه تـزيد عن القضبان المزدوجه اصبـح ممكنا استخدام النظام الثـلاثى من القضبـان الرئيسيه وبدون تكلفـه تذكـر حيث يرتفع بشـده ثمن القواطع عند الارتقاء بقيمه جهد التشغيل .
٢- يلزم اضافه سكينه عازله (١ او ٢) لكل مفتاح لتعمل على القضبان التى استحدثت .
٣- تزيد الخطوره الناتجه عن مناورات التشغيل فى مثل هذه النوعيه من المحطات .
٤- ترتفع قيمه الاعتماديه الكليه للشبكه نتيجه هذه الاضافه .
٥- مساحه الارض المطلوبه عن حالات القضبان المزدوجه لاتتأثر تقريبا .
٦- تتيح الفـرصـه لاتمام برامج الصيـانه بنجاح ودون التـاثير على استمـراريه التغـذيه بالطاقه من خلال المحطه ذاتها .

غير انه من المؤكـد ان جميـع الشبكات الموحـده (شكل رقم ٦-١٢ ص: ١٣٣) فى جميع ارجاء العالم قد اقلعت عن استخدام نظم القضبان المفـرده فى التوصيلات الرئيسيه ماعدا بعض الحالات فى تغـذيه المساعدات داخـل المحطات بينما تعتمد على استخـدام القضبان المزدوجه فى محطـات التوليد والمحـولات حتى جهـد ٤٠٠ ك . ف . ثم القضبان الثـلاثيه للجهد اعلى من ذلك خصوصا وان الطاقه فى هذه الحاله الاخيره تكون هائله .



الشكل رقم ٦ـ١١ : القضبان الثلاثيه

ثانيا : الخطوط الكهربيه Transmission Lines

تمثل الخطوط الكهربيه الاسلاك التى تصـل بين المحطات وبعضـها وبين المحطات ومراكز توزيع الاحمال وحتى المستهلكين وبذلك تشمل الخطوط الكهربيه :

١ـ الخطوط الهوائيه المكشوفه overhead lines

٢ـ الخطوط الهوائيه المعزوله overhead insulated conductors lines

٣ـ الكابلات الكهربيه المعزوله insulated cables

٤ـ الكابلات الكهربيه الزيتيه العزل oil insulated cables

وتمتد هذه الخطوط فى صـــورتين حيث الاولى هى الخطوط مفرده الدائـرة على ابراج مفرده الدائر أو خطوط فرديه الدائره على ابـــراج مزدوجه الدائره (شكل رقم ٦-١٣ ص: ١٣٣) وتأتى الصورة الثـانيه لتكون دوائـر مزدوجه الدائـره على ابراج مزدوجـه الدائره كما فى (شكل رقم ٦-١٤ ص: ١٣٣) .

كما يمكن تعريف هذه الخطـوط وابراجــها من حيث شكل سلسله العازل Insulator String فمنها السلســله المفرده singleمثل الشكل رقم ٦-١٢ أو تلك التى تعـرف باسم مزدوجه السلسله مثلdouble string المبينه فى الشكل رقم ٦-١٤ كما يمكن أن تأخذ الشكل المبين فى (شكل رقم ٦-١٥ ص: ١٣٣) وهو تـوزيع السلسله على شكل V ويمكن أن يكون الخط باكمله فى كل الاوجـه بنفس النظام وهو الوضـع الميكانيكى المقـاوم لتأثير الرياح الهوائيـه

تبعا للمناخ بالمنطقة التى تمر بها الأبراج .

وتحتوى هذه الخطوط الهوائيه ذات الضغط العالى على وجه العموم العديد من المكونات التى نستطيع حصرها فى :

١ـ الابـــــراج Towers

حيث ان الابراج تعتبر الجزء الرئيسى والحيوى هنا كان لابد من تحديد انواعها وهى عديده تبعا للاسس العلميه والهندسيه وطبقا لنوعيه الاستخدام ومدى الاعتماد عليها فى توصيل الاسلاك والكيفيه المطلوبه وهى بذلك تتنوع كما يلى :

النوع الاول : برج تعليق Suspension Tower

يستعمل بكثره فى جميع الخطوط وبلا استثناء لانه يعتبر المكون الرئيسى للخطوط وهو يسمى برج تعليق لانه يقوم بتعليق الاسلاك الخاصه بالاوجه الثلاثه فقط وهو من ابسط الانواع وارخصهم لأنة لا يتحمل أيةتاثيرات ميكانيكيه سوى التعليق وقوه الجاذبيه الناتجه عن الوزن وبالرغم من ذلك فانه يتنوع الى ثلاث انواع مختلفه الطابع تبعا لنوعيه الخط نفسه اذا كان مفرد الدائره او مزدوج الدائره او البرج ذو ارتفاع عادى او عالى عن المعتاد وهذه النوعيات الثلاثه هى :

* برج تعليق عالى High Suspension Tower

نحتاج الى مثل هذه الابراج عند المرور من مستويات منخفضه الى عليا او العكس او عند عبور الاماكن التى يجب ان نرتفع عنها ارتفاعات مناسبه وهو فى الحقيقه يزيد فى السعر عن مثيله العادى الا ان كليهما يحمل الاسلاك ولايؤثر عليه ايه قوى ميكانيكيه الا الجاذبيه والوزن بجانب التأثيرات الاخرى التى تخص الرياح مثلا كما هو محدد فى تصميم الخطوط من الناحيه الميكانيكيه .

* برج تعليق مفرد السلسله Single String Suspension Tower

يتم تركيب هذه النوعيه للخطوط فرديه الدائره (شكل رقم ٦-١٦ ص: ١٣٣) وهى ابراج عاديه ولكن العازلات تتكون من سلسله واحده لتعزل الموصلات عن جسم البرج ونفس الصفات الميكانيكيه سابقه الذكر ويتم تركيبها ايضا للخطوط مزدوجه الدائره (شكل رقم ٦-١٧ ص: ١٣٣).

* برج تعليق مزدوج السلسله Double String Suspension Tower

هذا البرج شبيةالسابق الا ان سلسلةالعازلات هنا تتكون من سلسلتين متجاورتين لتحمل الموصلات تعليقا على الابراج ودون ادنى اختلاف الا انه يتم استخدام السلسله المزدوجه تبعا للظروف البيئيه او لاسباب اخرى مثل الميكانيكيه (شكل رقم ٦-١٨ ص: ١٣٥) .

النوع الثانى : برج شد Tension Tower

تتباين الابراج من هذا النوع طبقا للظروف التى تستلزم الاعتماد عليها او لظروف

التشغيل والتركيب وهو مـا يجب ان يكون واضحـا امـام الجميع من انه لايمكن الاعتماد كليـه على ابراج التعليق من بدايه الخط وحتى النهـايه لانه اذا مـا انقطع احد الاسـلاك فى هذه الحاله لهربت الاسـلاك على طـول الخط على الارض وهو مـا يتبعـه من اجـراء جمع الاسـلاك ثم نقلهـا الى اعلى ثم مدها مـره اخـرى ولذلك يجب ان تربط هذه الاسـلاك من الطرفين كل مسافه معينه وعاده مـا تكون حوالى ٣كم وهو برج يقع عليه الشد الميكانيكى من الجانبين علاوه على الوزن ولذلك يكون مـرتفع الثمن بالنسبه للنوعيه السـابقه ابراج التعليق ويقـدم الشكل رقم ٦-١٩ (ص : ١٣٥) منظرا لابراج الشـد فـرديه الدائـره على ابراج مزدوجه بينما نرى فى الشكل رقم ٦-٢٠ (ص : ١٣٥) برج شـد فردى الدائره على ابراج مستقله للجهـد ٥٠٠ك . ف. ثم نجد الابراج المزدوجـه الدائره تحمل دائـرتى النقل الكهربى فى الشكل رقم ٦-٢١ (ص : ١٣٥).

تنقسم هذه الابراج الى عدد من الانواع هى :

*** برج شد عادى (Normal Tension Tower (Anchore**

هو ذلك البرج الذى يقـوم بجمع نهايه الاسلاك بعـد عدد من ابراج التعليق ليكون بمثـابه المحـدد لكر الاسـلاك على طول الخط وعـاده مـا يكون من النوع مـزدوج السلسله حتى يتحمل الشد الميكانيكى مثل تلك الاشكال المبينه فى الشكل رقم ٦-١٩ ، ٦-٢٠ ، ٦-٢١ .

*** برج زاويه Angle Tower**

هى ابراج قياسيه الزاويه لاتأخذ ايه زاويه بل زوايا قياسيه مثل ٣٠°، ٤٥° ، ٦٠° ، ٩٠° ويتم استخدامها عند الحاجه الى تغيير مسار الخط لان الخطوط لابد وان تكون مستقيمه تماما حتى يكون ابراج التعليق للتعليـق فقط وهذه الابراج يقع عليهـا شـد ميكانيكى اكبر من ابراج الشد العـاديه خصوصـا وان ذراعيها غير متساويين مثـل برج الشد كما فى الشكل رقم ٦-٢٢ (ص : ١٣٥)حيث يجب الحفاظ على المسافه المتسـاويه بين الاوجه قبل وبعد تغيير الزاويه اى قبل وبعـد البرج وهذه الابراج يمكن استخـدام واحدا فقط منهـا فى الخط كله او اثنين او بدون استخـدامـه على الاطلاق حسب الظروف بعكس ابـراج الشـد التى يجب استخدامها بنسبه ما يقرب من ١:٥ او ٦ بالنسبه لابراج التعليق .

وهكذا نجد بالشكل رقم ٦-٢٢ برج زاويه مـزدوج الدائره للزاويه ٩٠° أما البرج فى الشكل رقم ٦-٢٣ (ص : ١٣٧) فهـو للزاويه ٦٠°ولكن البرج ذو الزاويه ٤٥° نجـدة واضحـا فى الشكل رقم ٦-٢٤ (ص : ١٣٧) وأخيرابالنسبـه للزاويه ٣٠° نـرى هذا البرج فى الشكل رقم ٦-٢٥ (ص : ١٣٧) ومن الملاحـظ من جميع الاشكال السـابقـه أن خطوط نقل الطاقه تسير فى خطوط مستقيمه بصفه مستمره .

*** برج نهايه End Tower**

نصل الى أخر ابراج الشد وهو برج النهـايه للخط ولابد من استخدام اثنين فقط فى كل خط عند البدايـه والنهايه اى عند اطراف الدخـول الى المحطه وهى ابراج عاده اقل ارتفـاعا عن

ابراج الشـد لانها تنزل بمستوى الاسـلاك من مستـوى النقل الى مستوى متـوسط قبل الانخفـاض الى مستـوى الاسـلاك فى المحطه كما هو مـوضـح فى الشكل رقم ٦-٢٦ (ص:١٣٧) للجهـد ٢٢٠ ك.ف قبل الدخـول الى المحطه بينما يبين الشكل رقم ٦-٢٧ (ص: ١٣٧)برج النهايه فردى الدائره للجهد ١١ ك.ف قبل الدخول الى الكابلات الارضيه أو المحولات الصغيره فى الريف المصرى عموما وذلك بالنسبه للابراج فرديه الدائره .

النوع الثالث : ابراج خاصه Special Tower

امـا عن الابراج الخاصـه فهى عـاده تصنع خصيصا تبعـا للظروف وطبقـا للحسـابات الهندسيه فى هذا الشأن وهى امـا للمرور فى اماكن ذات طبيعه خـاصه أو لعمل اجراء غير معتاد او لظروف غير شائعه وتنحصر فى ثلاث نوعيات هى :

*** ابراج ملاحيه River And Sea Towers**

تستخـدم الابراج الملاحيه لعبـور البحـار او الانهار او للمرور بالخط داخل بحيره فيهـا امكانيات الملاحه متاحه ولا تستخـدم الا اذا كان هناك احتياجا لها غير تلك النوعيات التى لابد وان تتواجد فى الخطوط .

*** جمالون نهايه خط End Portal**

يستخدم عـدد اثنين منه لكل خط وهو ما يستقبل الاسلاك من برج النهـايه ووضعها على الجمالون فى شكل ترتيب افقى كى تتصل بباقى اجـزاء المحطه ويكون مستواه هو نفس مستـوى جمالونات المحطه ويكون اقل ارتفـاعـا عن برج النهـايه ويوضع فى قبـاله برج النهايه ليسهل مد الاسلاك اليه دون تداخل بين الاوجـه او حتى الاخلال بالمسافه البينيه بين الاوجه وتكون الاسلاك للأطوارالثلاث فى وضع افقى الشكل رقم ٦-٢٨ (ص :١٣٧)

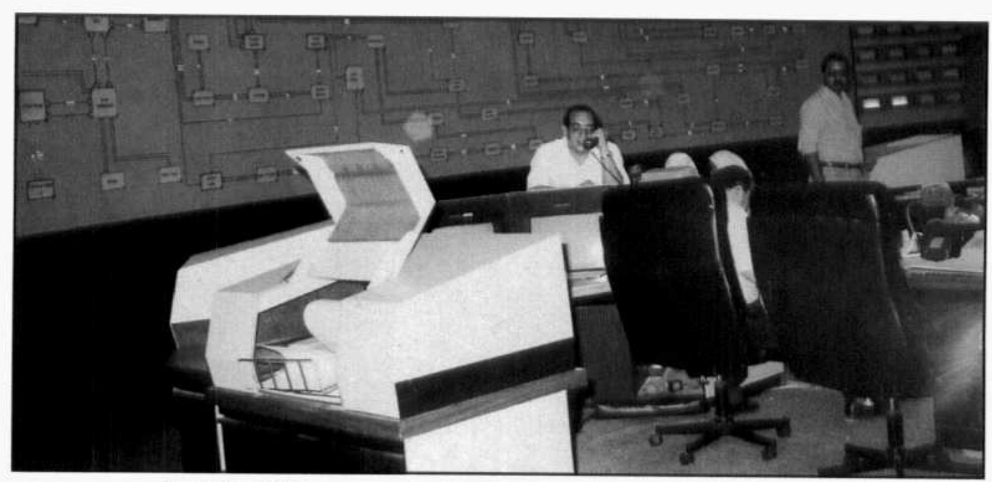
*** ابراج تبديل الاطوار Transposion Towers**

عـاده يستخدم هـذا النوع من الابراج فى الخطوط الطويله وهذه الابراج تقـوم بنقل مكان اسلاك الاوجـه الى غيرها تبادليا حتى تتساوى كل الظروف الخاصـه بكل الاسلاك وهو من الابراج الضخمه جـدا لان كميه العازلات المستخدمـه فيه قد تفـوق برجين معا ولذلك يمكن التعرف عليه من خـلال هذه الصفه ويصور الشكل رقم ٦-٢٩ (ص : ١٣٩) احد هذه الابراج والتى تكتمل دوره التبديل بعد ثلاث منها اى ان المسافه الكليه للخط يجب ان تنقسم الى ثلاث او ست او مضاعفاتها مسافات بينيه لتحديد اماكن تركيب ابراج التبديل.

٢ـ الموصلات Conductors

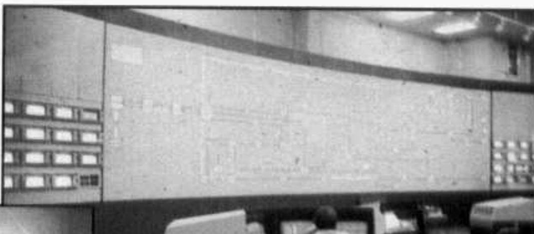
الموصلات هى الوسط الذى ينتقل من خلالـه الطاقه من المنبع وحتى نهايته كى تصل الى المعده او الى المستهلك سواء كان مباشره او من خلال وسائط اخرى وفى هذا المجال يمكننا التعبير عن الموصلات تقسيما كما يلى :

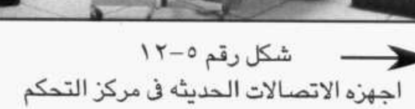
* موصلات مسمطه **Solid Conductors**



شكل رقم ٥-٩
مركز التحكم المركزى بالقاهره

شكل رقم ٥-١٠
الاعتماد على الحاسبات فى مركز التحكم



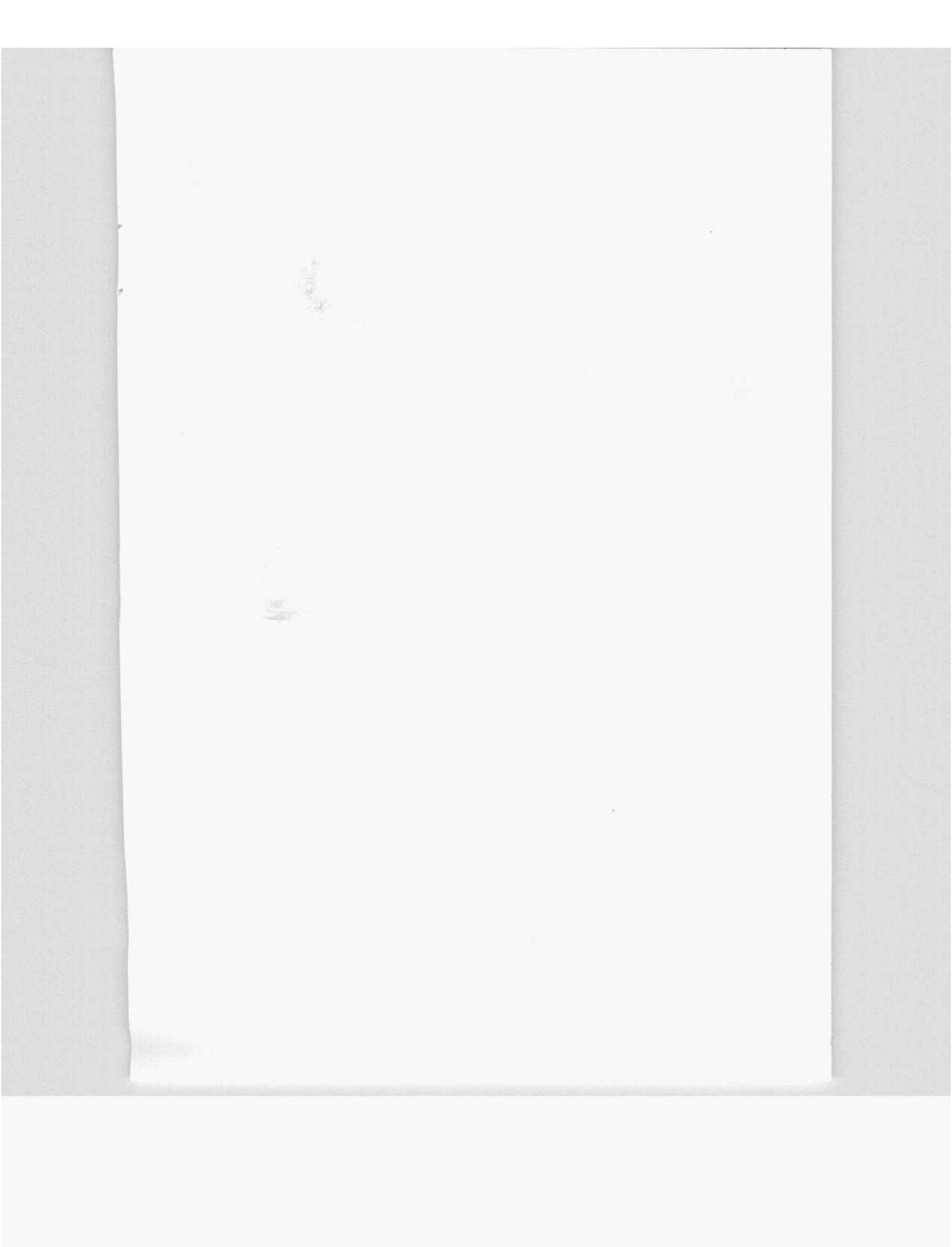


شكل رقم ٥-١١
صوره للشاشات التليفزيونيه
المستخدمه لعرض النتائج

شكل رقم ٥-١٢
اجهزه الاتصالات الحديثه فى مركز التحكم

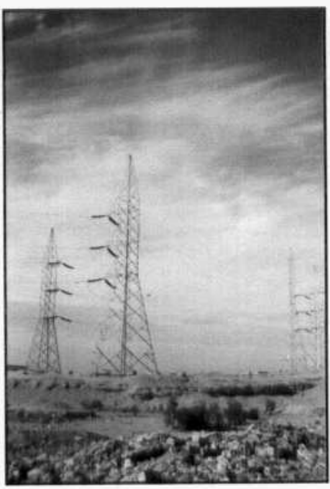


شكل رقم ٥-١٣
خريطه ضوئيه لتوضيح الوضع
عليها بالنسبه للشبكه الكهربيه

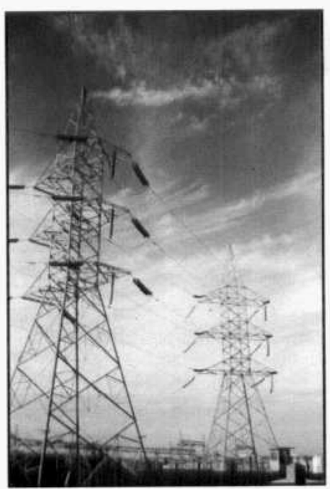




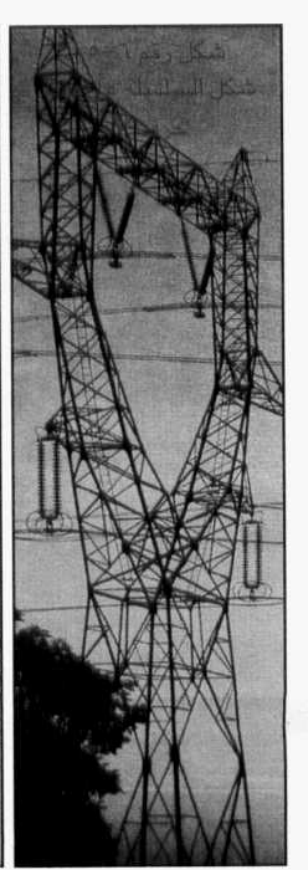
شكل رقم ٦-١٢
منظر عام للتوصيلات الكهربية

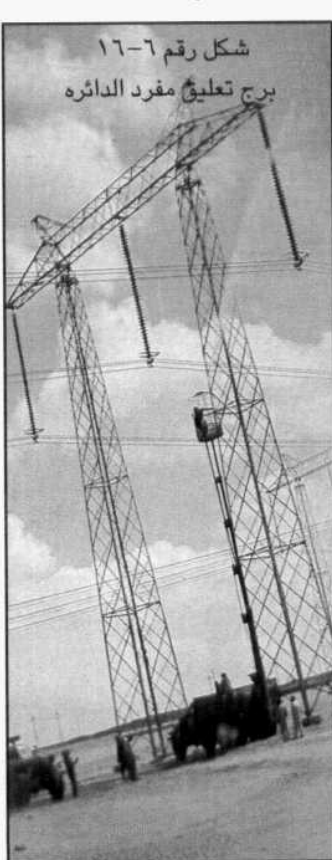


شكل رقم ٦-١٣
خط مفرد الدائرة على
ابراج مزدوجة الدائرة

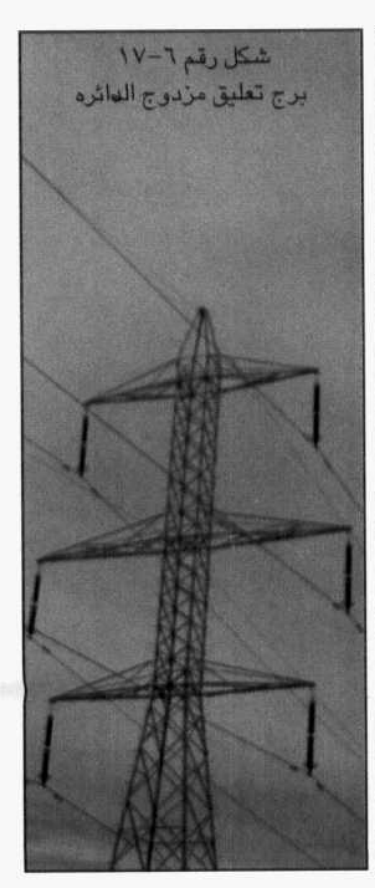


شكل رقم ٦-١٤
دائرتين على ابراج مزدوجة الدائرة

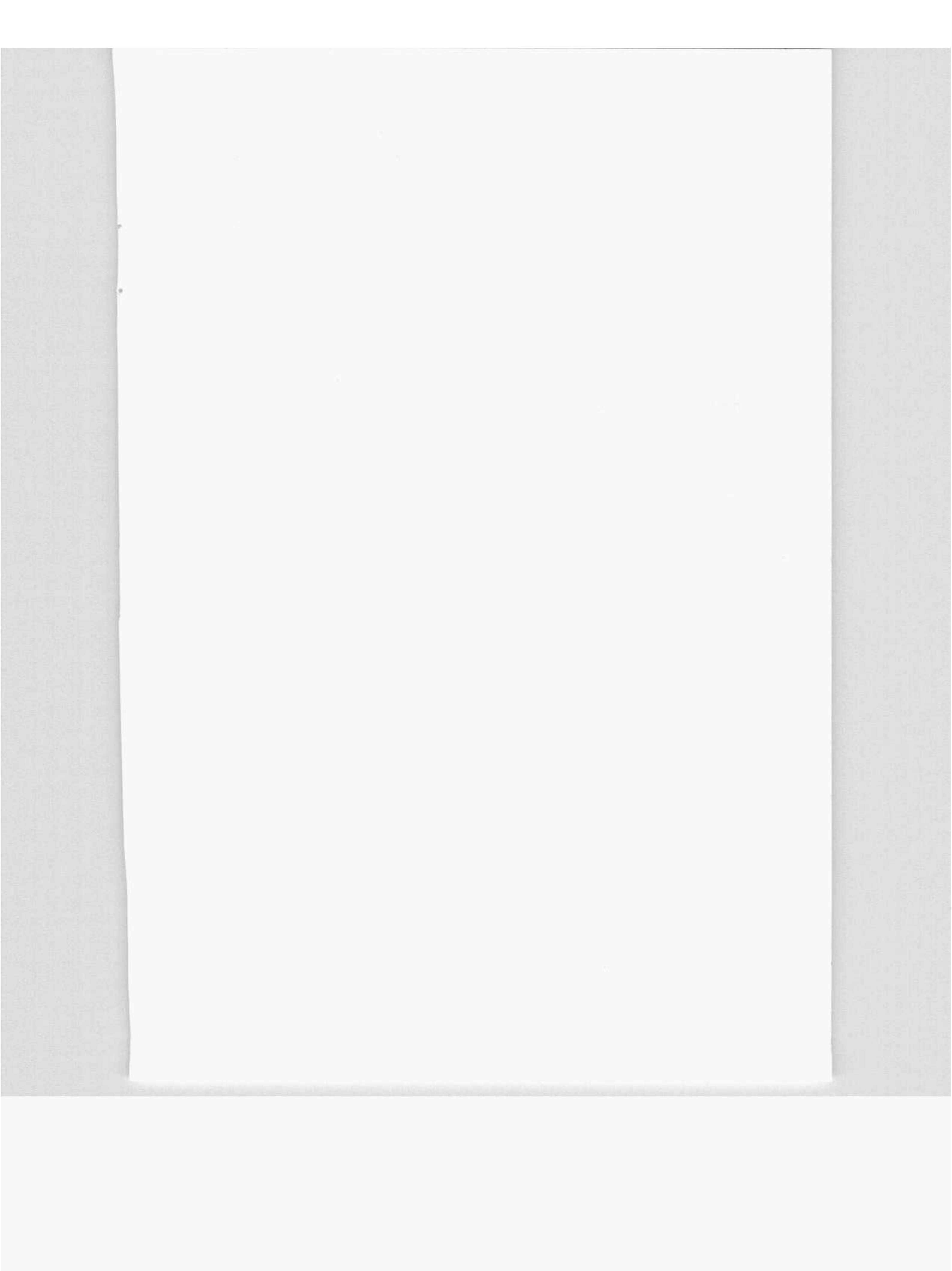




شكل رقم ٦-١٦
برج تعليق مفرد الدائره



شكل رقم ٦-١٧
برج تعليق مزدوج الدائره

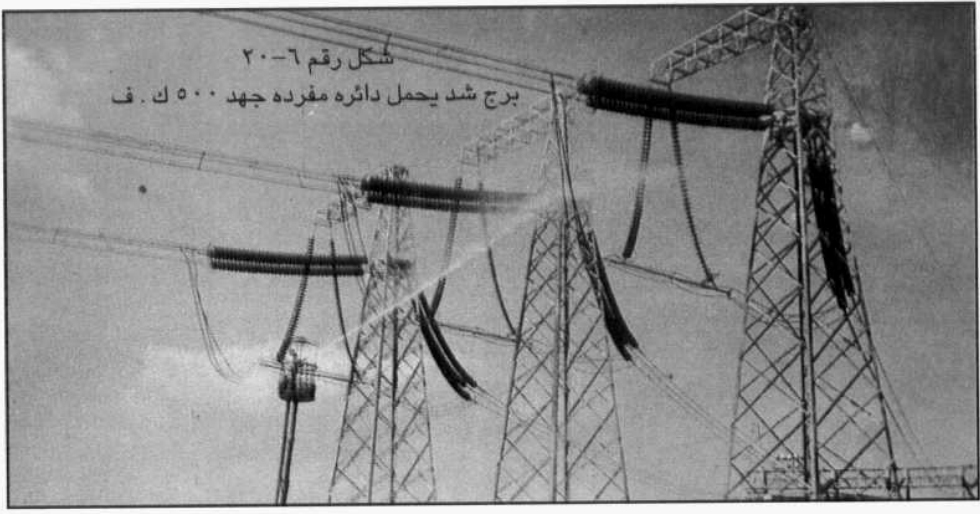




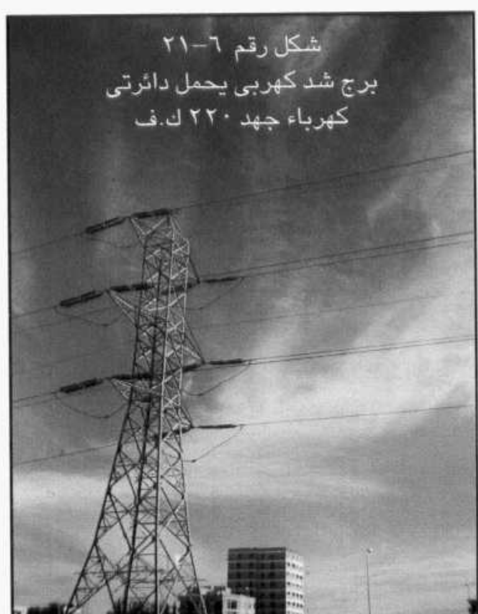
شكل رقم ٦–١٨
برج تعليق يستخدم سلسله مزدوجه للعازل فى الوجه الاوسط



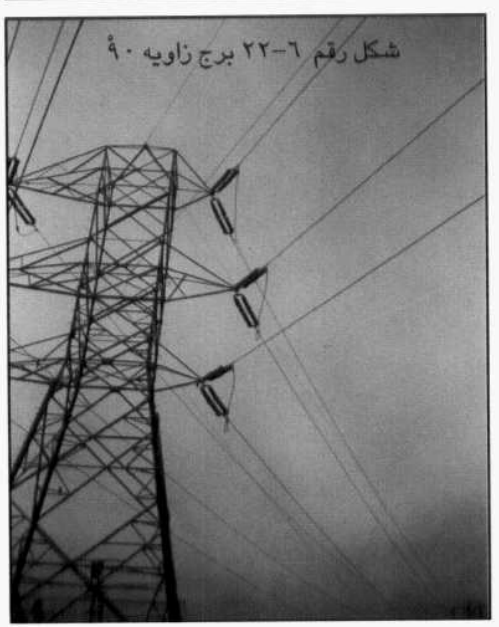
شكل رقم ٦–١٩
برج شد فردى يحمل دائره مفرده



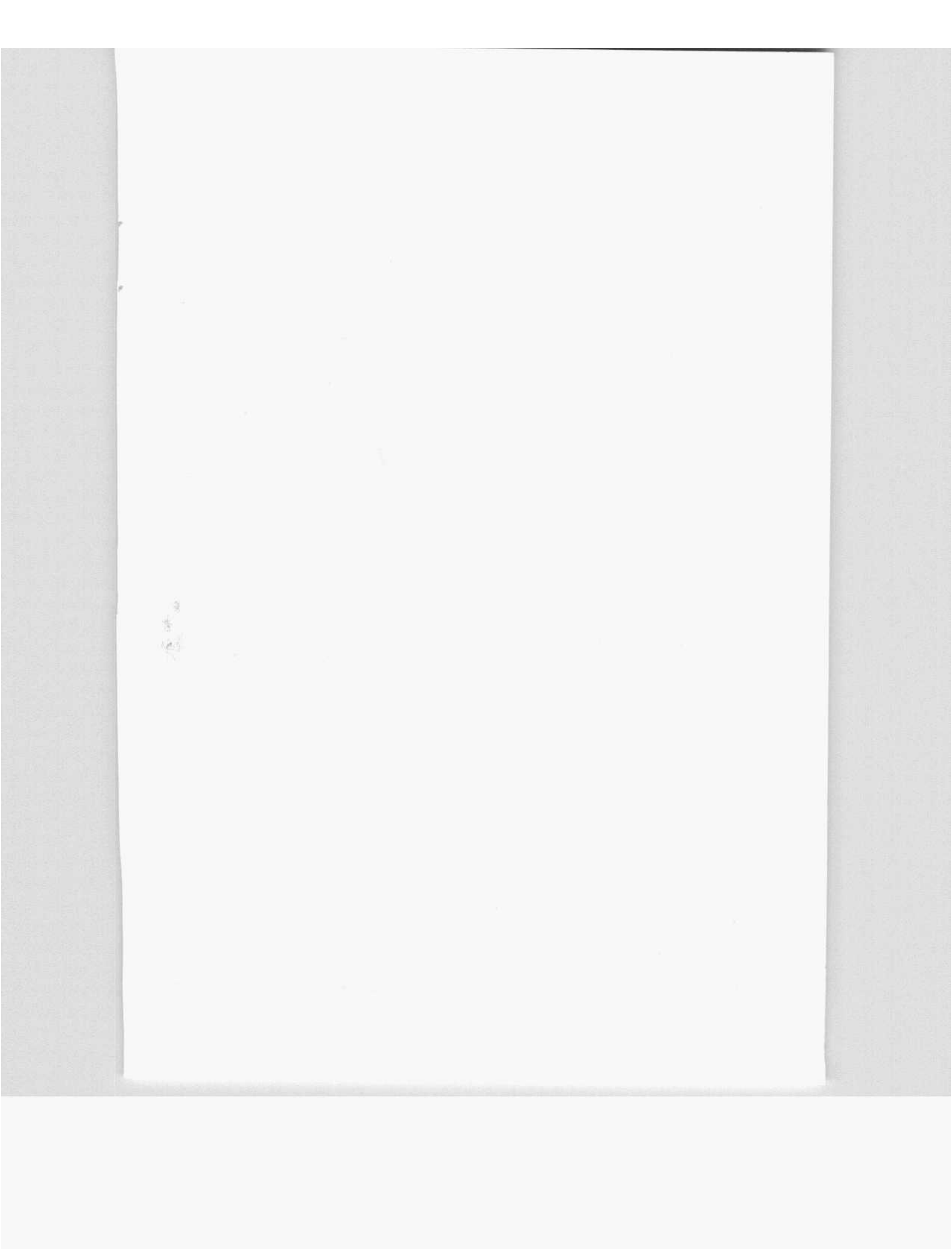
شكل رقم ٦–٢٠
برج شد يحمل دائره مفرده جهد ٥٠٠ ك . ف

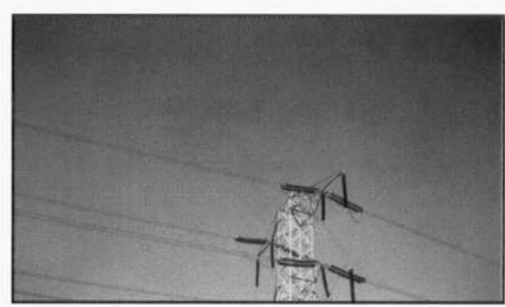


شكل رقم ٦–٢١
برج شد كهربى يحمل دائرتى كهرباء جهد ٢٢٠ ك.ف



شكل رقم ٦–٢٢ برج زاويه ٩٠°

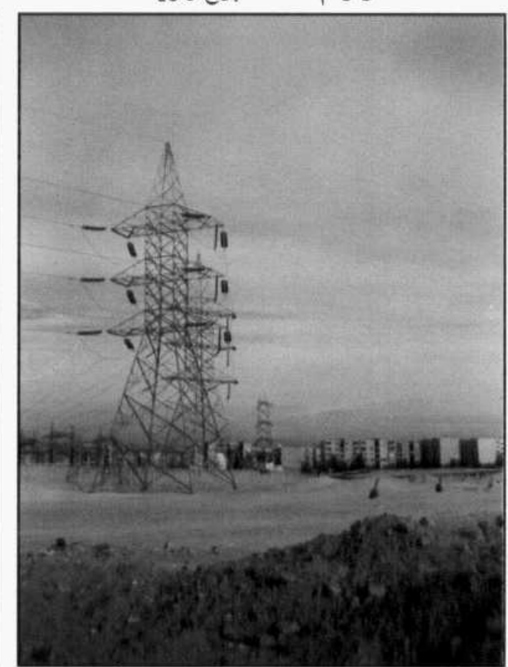




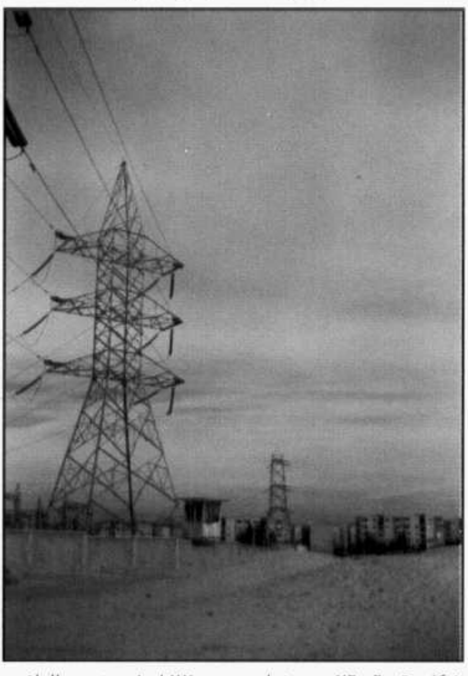
شكل رقم ٦–٢٣ برج زاويه ٦٠°



شكل رقم ٦–٢٤ برج زاويه ٤٥°



شكل رقم ٦–٢٥ برج زاويه ٣٠°



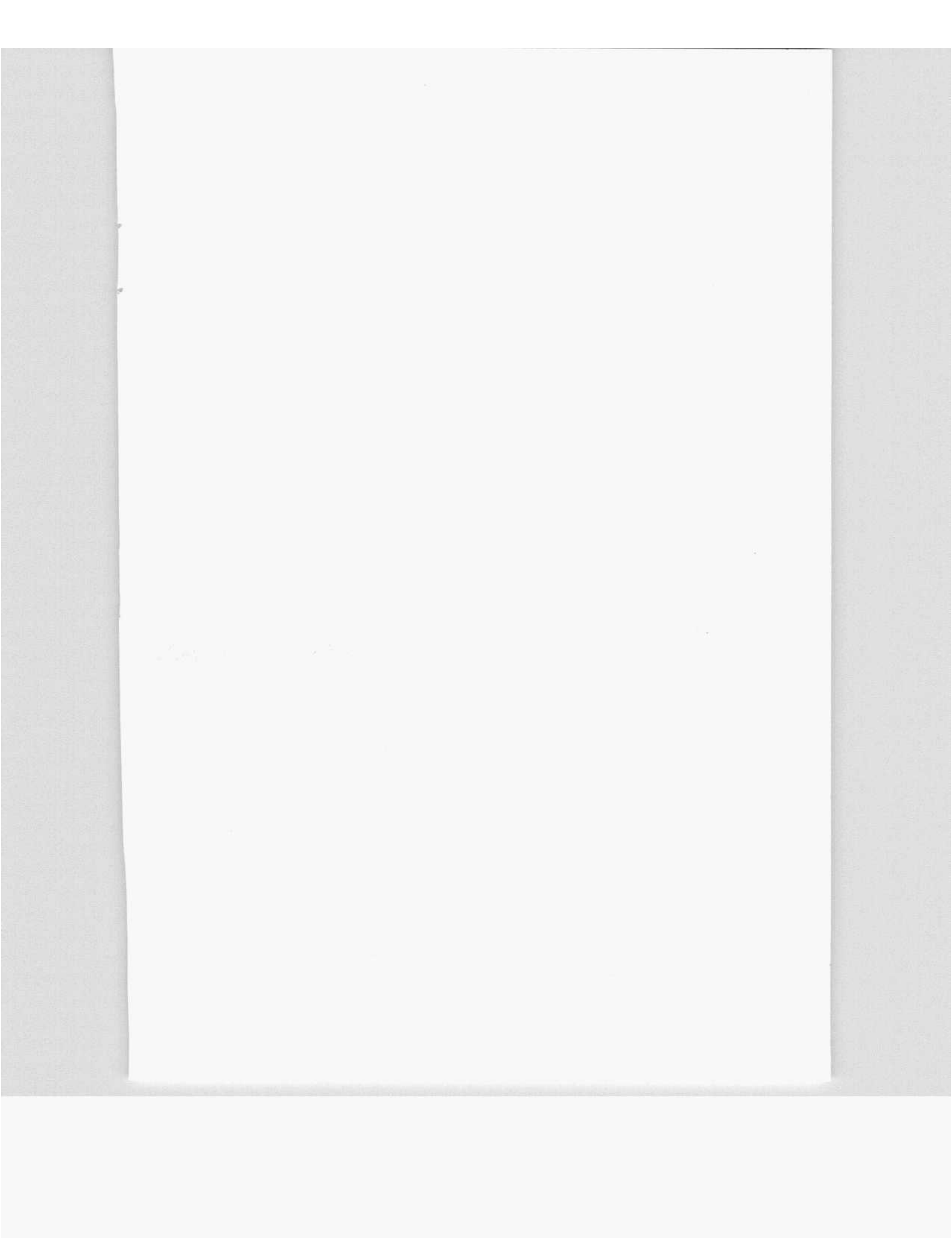
شكل رقم ٦–٢٦ برج نهايه جهد ٢٢٠ ك.ف مزدوج الدائره

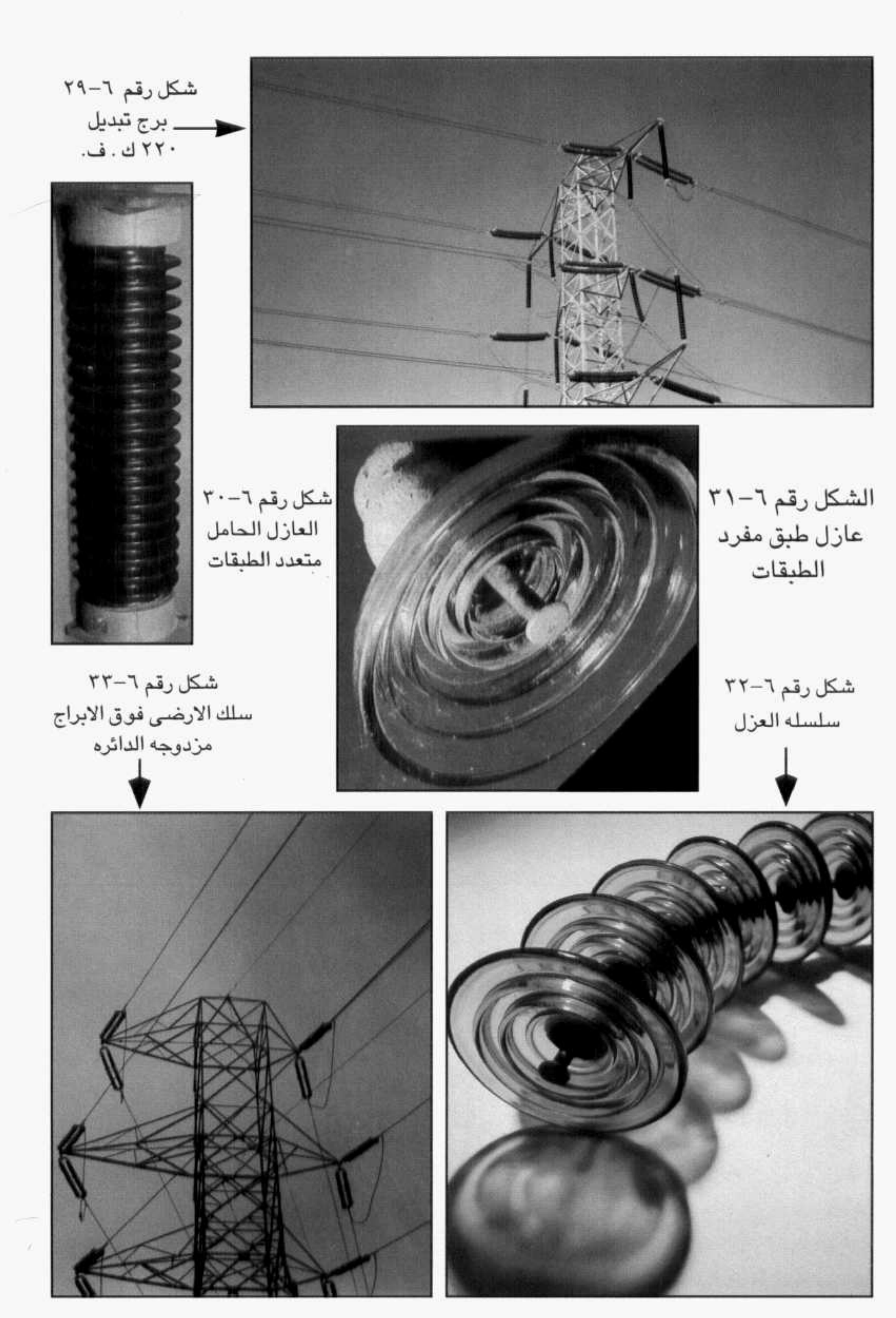


شكل رقم ٦–٢٧
برج النهايه ١١ ك.ف مفرد الدائره



شكل رقم ٦–٢٨
جمالون النهايه جهد ٢٢٠ ك.ف





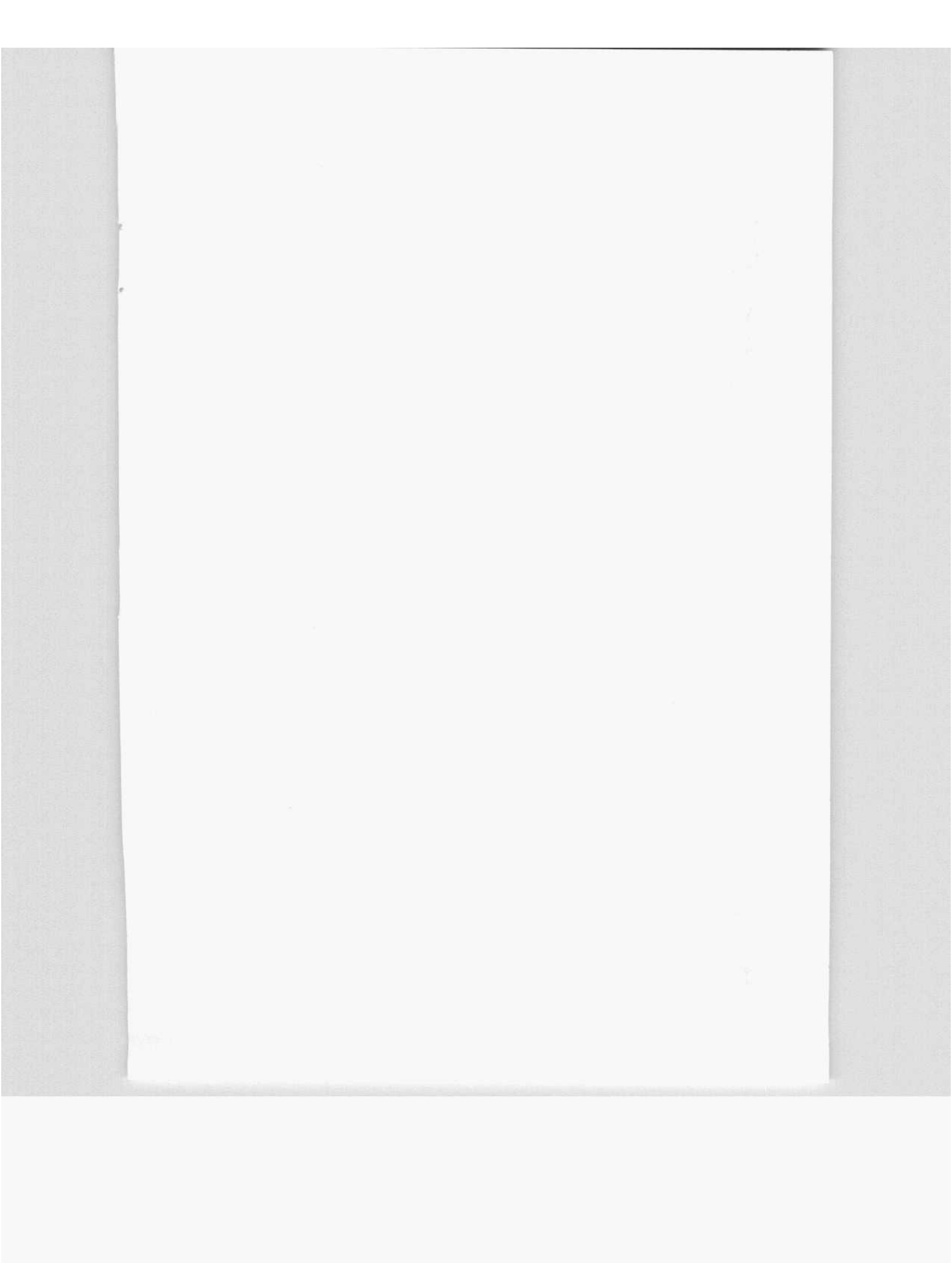
شكل رقم ٦-٢٩
برج تبديل
٢٢٠ ك . ف.

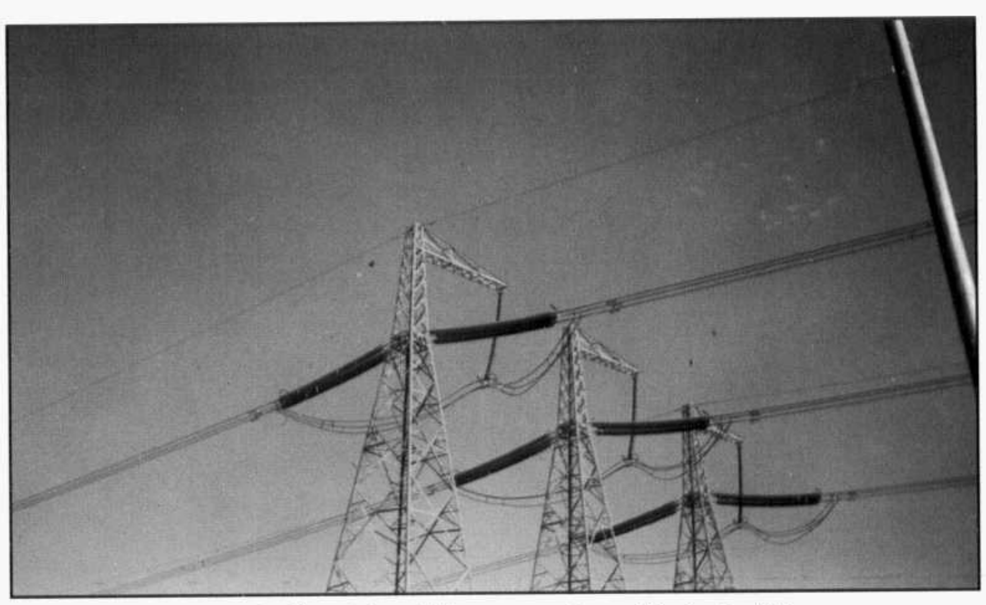
شكل رقم ٦-٣٠
العازل الحامل
متعدد الطبقات

الشكل رقم ٦-٣١
عازل طبق مفرد
الطبقات

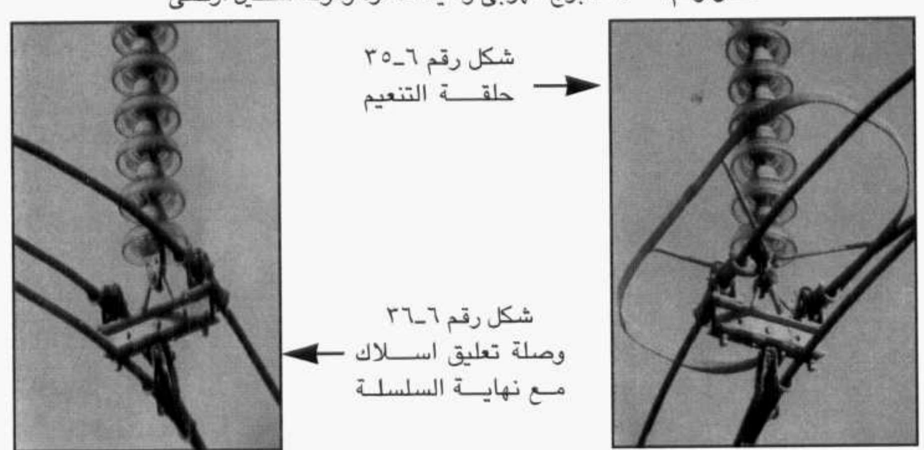
شكل رقم ٦-٣٢
سلسله العزل

شكل رقم ٦-٣٣
سلك الارضى فوق الابراج
مزدوجه الدائره



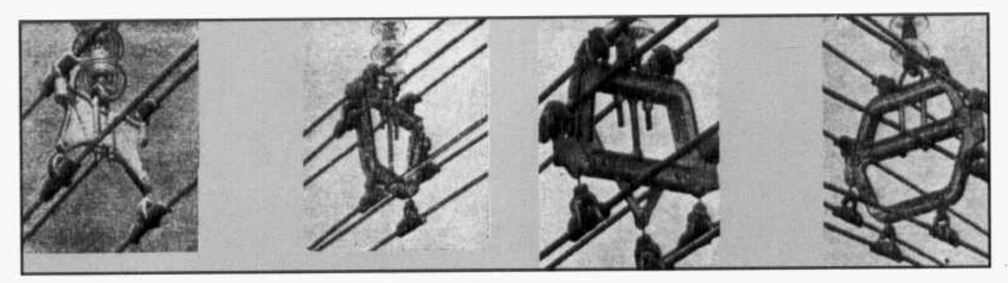


شكل رقم ٦-٣٤ : برج كهربى وحيد الدائره وفوقه سلكين ارضى

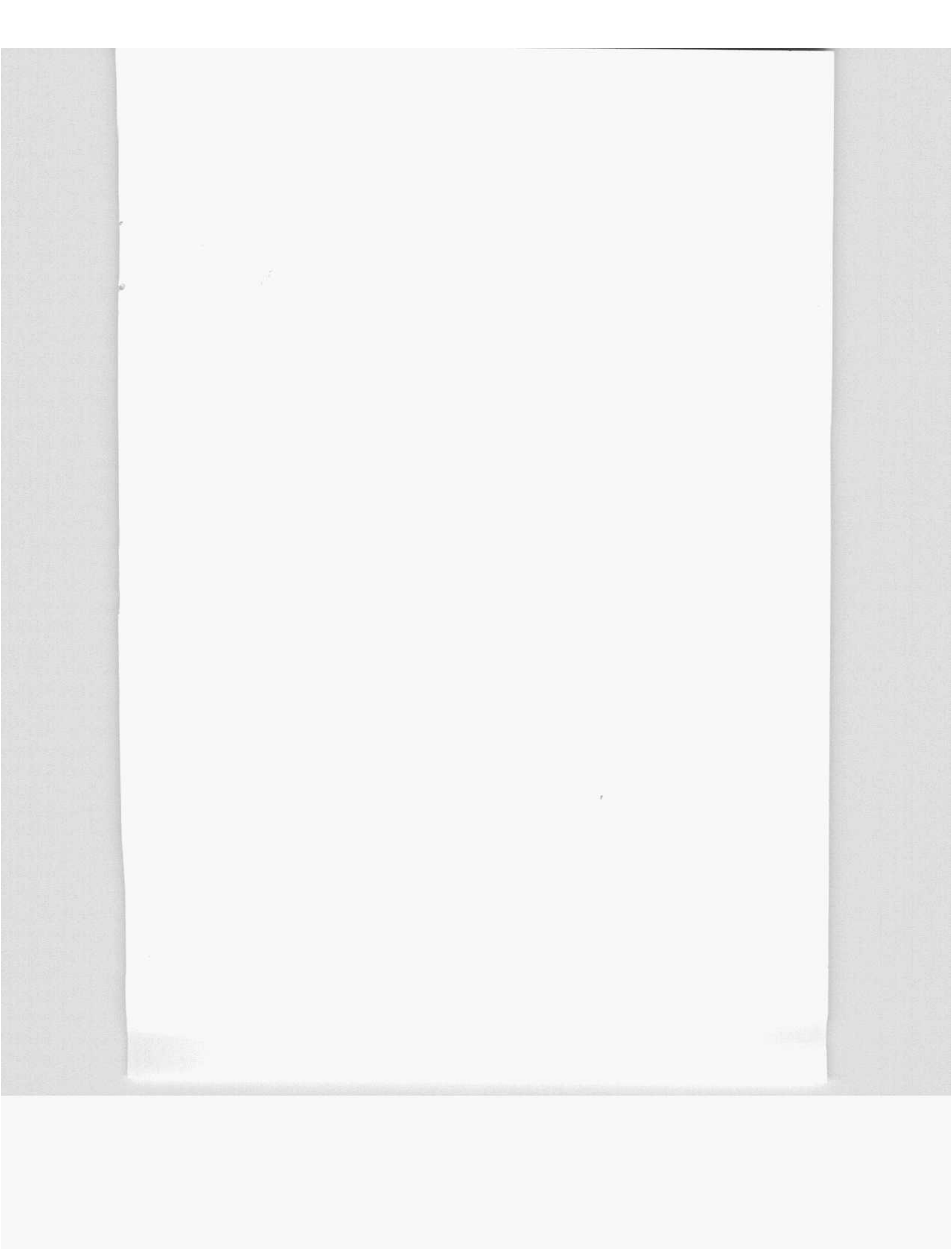


شكل رقم ٦-٣٥
حلقــــة التنعيم

شكل رقم ٦-٣٦
وصلة تعليق اســلاك
مـع نهايــة السلسلــة



شكل رقم ٦-٣٧
بعض المهمات المساعده لتعليق اشكال مختلفة من الاسلاك



* موصلات شعيراتيه Stranded Conductors
* موصلات شعيراتيه مقواه Reniforced Starnded Conductors
* موصلات مفرغه Hollow Conductors

عـاده لاتستخـدم الموصـلات المسمطه الا عند عبـور التيـار البسيط القليل والذى يكون الاقطار فيهـا صغيره للغـايه امـا الاتجاه الى الموصل الشعيراتى لانه الافضل عن المسمط للاسباب التاليه :

السبب الاول : التيـار يسرى على السطح الخارجي للموصل ولايمـر بالمقطع الداخلى مما جعل البعض يلجأ الى استخـدام المواسير المجـوفه لنقـل التيار وهذا مـا يظهـر بالفعل فى المحطات الكهـربيـــه من الطراز داخل المبنى indoor stations وهذا من اجل تقليل الماده المعدنيه اللازمه لنقل الطاقه وبالتالى توفير المال اللازم لما تم الاستغناء عنه من هذه الماده.

السبب الثـانى : يتحمل الموصل الشعيراتى عـن مثيله غير الضفـائـــرى من الناحيـــه الميكانيكيه والتى تعنى التوصيه الدائمه بالاعتماد على الموصلات الشعيراتيه عند التعرض الى الاجهاد الميكانيكى .

السبب الثالث : زياده المساحه السطحيه للمـوصل الضفائرى عن نظيره غير الشعيراتى وهى المســاحــه التى تتحمل التيـار الكهربى او هى المكـان الذى يمر منه او عليــه التيــار الكهربى مما يعود بالوفر الاقتصادى لتلبيه المساحه السطحيه بقطر اصغر من الاسلاك

السبب الرابع : الفراغـات البسيطه بين الشعيرات داخل الموصل ككل تســاعد على زياده معدل الانتقال الحرارى الناتج عند مرور التيار به والذى يسبب التأثير الحرارى المعروف وتساعد فى تبريد سطح الضفائر السلكيه لمرور التيار بها .

امـا عن الاسلاك الشعيراتيــه المقواه فقـد ظهـرت نتيجه دخـول معدن الالومنيـوم الهش الضعيف فى مجال الموصلات وهو المعدن الـذى يمكن تصنيفه الى شعيرات الا انها سوف تظل ضعيفه ولذلك فـانها تحتاج الى تقـويه ميكانيكيه وعاده هو مـا يتبع بان يكون القلب من الصلب ويحيـط به الشعيرات الالومنيـــوم فيقع العبء الميكانيكـى على القلب الصلب والتحميل الكهـربى على الشعيرات الالومنيـوم وهـذه هى النوعيــه شـائعـه الاستخـدام خصوصــا مع ارتفاع سعـر النحاس على المستوى المحلى والـدولى والذى يعرض الخطوط ذات الاسلاك النحاسيه الى السرقه.

ويجدر بنا ان نتعرض لموضــو ع الطبقات فى الموصلات الشعيراتيــه حيث نرى ان الطبقات متتاليه وان كل شعيره تمس هندسيا الضفـائر المجاوره لها من جميع الجهات وان اقطار الشعيرات واحـد لا تتغير فيه ولهذا فيمكن ان تتحـدد المعادله الرياضيــه لاحتساب عـدد الشعيرات فى الموصل اذاعلم عدد الطبقات او العكس وهذا التعبير الرياضى هو :

عدد الشعيرات = ٣ (مربع عدد الطبقات) – ٣ (عدد الطبقات) + ١

٣- العازلات Insulators

تتنوع العازلات الكهربيه المستخدمه فى هذا المجال من العازل الحامل Suppor كماهومبين فى الشكل رقم ٦-٣٠ (ص : ١٣٩) إلى الطبق وحيد الطبقات كما فى الشكل رقم ٦-٣١ (ص : ١٣٩) كما نرى منها انواعاً معلقه لتعليق الاسلاك على عكس الحامله التى تثبت من القاعده ليتم تثبيت الاسلاك فوقها وانـواع قطعه واحده واخرى اجزاء تكراريه يتحدد العدد تبعا لمستوى جهـد العزل المطلوب ولكن النوع الثالث وهو الطبق العازل كما نراه فى الشكل رقم ٦-٣١وهو الذى يتميز بامكانيه التكراريه تبعا للجهد المطلوب عزله وكلما زاد الجهد كلما زاد عدد الاطباق Cap and Pin بالاضافه الى امكانيه التـوائها مجتمعه معا وهو مايعرف باسم سلسلةالعزلInsulator Stringوهومانراه فى الشكل رقم٦-٣٢(ص :١٣٩)
وتقوم العازلات هذه بكافه اشكالها على ما يلى :

١ـ عزل الموصلات عن الارض.
٢ـ عزل الموصلات الاوجه عن بعضها والحفاظ على المسافه البينيه بين الاوجه.
٣ـ عزل موصلات الوجه الواحد عن بعضها البعض اذا اختلفت مساراتها او جزء منها.
٤ـ عزل نقطه التعادل عن الاجسام الملامسه للافراد .

٤ـ سلك الارضى الهوائى Ground Wire

يلزم تركيب سلك الارضى كمـوصـل فـوق اعلى نقطه للبرج ويسير مع الخط من البـدايه وحتى النهـايه والغـرض منه ليس توصيـل التيـار الكهـربى بل يعمل على ان يكون نقطه التقاط الصـاعقه الكهربيه من الهواء المحيط وامـرارها فى مسار السلك الارضى وحتى ان تصل الى الارض بعيدا عن الملفـات التى تخص المولدات او المحولات او ايه معـدات اخرى حمايه لهذه الملفـــات مـن الاضرار الناجمه عن الصـــاعقـــه ويعبر الشكل رقم٦-٣٣ (ص :١٣٩) عن الشكل العام لمكان سلك الارضى فوق البرج الكهربى .
ولكن من الناحيـه الهامه هو ان نعـرف ان الزاويه بين نقطه السلك الارضى واقصى نقطه للوجـه الخارجى تعليقا كخط مع الارتفـاع الراسى يجب الاتقل عن ٣٠ درجه عـاده حتى تكون الحمايه ضـد الصـاعقه فعـاله ولذلك يمكن ان نحتـاج الى الارتفـاع الشاهق فـوق الاوجــه مما يتسبب فى عـدم اقتصـاديه انشـاء البرج ويكون التغلب على ذلك من خـلال تقصير الارتفاع ولكن بتركيب سلكين للارضى فـوق البرج لتغطيه الزاويه المحدده عـاليه كما نراه فى الشكل رقم ٦-٣٤ (ص :١٤١) للحـالتين سـواء كـان سلك واحـد للارضى او اثنين فوق برج ٥٠٠ ك.ف وحيد الدائره بديلا عن سلك واحد يكون ارتفاعه عاليا وغير اقتصادى لارتفاع التكلفه بشكل ملحوظ .

٥ـ تأريض البرج Tower Earthing

الابراج الكهربيه ليست بعيده عن الدائره الكهربيه للشبكه ولكنها جزءا لايتجزأ منها ولهذا

فوجود الاسلاك الكهربيه الحامله للتيار والبرج المعدنى المتصل بالارض بطريقه عاديه قد يجعل الاجزاء المعدنيه للبرج تحمل من الشحنات ما قد يكون ضارا وقد تسبب فى نقل الشحنات الى الافراد المتعاملين مع البرج من الأرض ولا يتوقف الامر عند هذا الحد بل ان التأثير الحثى للجهد الصاعقى عند سقوطه على سلك الارض ينتقل الى الابراج المعدنيه وبالتالى الى الاوجه الاخرى ويلزم لذلك ان يتم تسريب التيار الصاعقى الى الارض باسرع ما يمكن .

لتحقيق سرعه انعدام قيمه الجهد الصاعقى الساقط يجب ان نخلق المسار السريع له الى الارض وفى كل مكان وهذا يتم من خلال تركيب ارضى محلى مخصص للبرج وسوف يساهم هذا الارضى فى :

١ـ تأمين سلامه الافراد المتعاملين مع الابراج ضد جهد التلامس .

٢ـ سرعه مرور تيار الصاعقه ولو جزئيا بحيث ينعدم بعد مسار اقصر مايمكن ان يكون حتى لاتسير بطول الخط .

٣ـ انقاص مقدار الجهد الصاعقى الحثى المتولد على الاوجه ذاتها بسرعه .

٤ـ الحفاظ على نقطه التعادل بالنسبه للشبكه ككل لتكون صفريه .

هذا الارضى لايمكن ان يتم تركيبه لكل برج ولكنه يتم الاستعاضه عن ذلك بتأريض البرج كل ثلاثه او اربعه ابراج وذلك حتى لاتقفز اقتصاديات التكلفه الانشائيه بينما يمكن التغلب عليه بالوسائل الفنيه .

٦ـ مهمات مساعده Fittings

هذه المهمات عديده ومتنوعه ونذكر منها :

١ـ حلقه التنعيم grading rin (شكل رقم ٦-٣٥ ص : ١٤١) وتستخدم من اجل تنعيم توزيع فروق الجهد على الاطباق العازله حتى لايكون هناك اطباقا عليها كثافه مجاليه عاليه والاخرى قليله مما سوف يساعد فى تقليل تكلفه تصنيع الطبق الواحد وليكون متماثلا على طول السلسله.

٢ـ كاتم الذبذبه vibration damper حيث يمنع الاهتزاز الميكانيكى للاسلاك وخصوصا مع العواصف والرياح حتى الخفيفه منها .

٣ـ وصلات اللحام welding joints وهى ما نحتاجه لتوصيل اطراف الاسلاك معا او تركيب الاسلاك عند الابراج وفى الوصلات اللازمه لكل الانواع التى ذكرت عن الابراج (شكل رقم ٦-٣٦ وشكل رقم ٦-٣٧ ص: ١٤١) .

ثالثا : المغذيات Feeders

تنحصر المغذيات فى نوعين اما تحت الأرض أو فى الهواء الطلق ولذلك نتعرض لهما على النحو التالى :

١ـ الخطوط الهوائيه Overhead Lines

وقد سبق الكلام بايجاز عنها وهو بالقدر الكاف لما نحتاجه من معلومه عنه هنا بينما يوجد منها بعض الانواع مثل :

* خطوط ذات ابراج خشبيه حيث تستخدم للجهود المنخفضه .
* خطوط ذات ابراج اسمنتيه وتستخدم للجهود المنخفضه ايضا .
* خطوط ذات ابراج معدنيه وهى المستخدمه فى الشبكات الرئيسيه والضغط العالى والفائق كذلك وينتشر استخدامها بشكل واسع النطاق .

٢ـ الكابلات Cables

تعتبر الكابلات من اهم وسائل نقل الطاقه الا انها قليله الاستخدام نتيجه ارتفاع ثمنها بالمقارنه مع الخطوط الهوائيه كما انها شديده التأثر بالحراره الناتجه عن المحيط الخارجى وعن التيار الكهربى المار بها وعاده ما يتم التصميم لها اعتمادا على الانتقال الحرارى ولكننا عاده نشير الى كلا من الكابلات والخطوط والمغذيات عموما بخط واحد او ثلاثه خطوط تبعا للاحوال ولايظهر فى التصميم الخطى اى من مكوناتها الا ان هذه الخطوط لها حدود مسموحه لايمكن تجاهلها منها .

* انخفاض الجهد Voltage Drop

لايجوز الخروج عن الحدود القياسيه طبقا للمواصفات وهذا يمكن التغلب عليه بالطرق الاتيه :

- تقصير طول الكابل او السلك .
- تركيب محسنات معامل القدره عند اطراف الكابل البعيده (مكثفات)
- زياده مقطع الموصل فى الكابل .

* التيار المقنن Nominal Current

هو ذلك التيار المسموح به كى يمر بصفه مستمره دون انقطاع بحيث تكون الحاله التشغيليه سليمه وظروف وشكل الكابل فى الاطار المسموح به وهذا التيار يعتمد من حيث المبدأ على الكثافه الكهربيه التى تخص المعدن ولكل معدن كثافه كهربيه وتقاس بالامبير لكل مليمتر مربع الا اننا نضيف هنا ان هذه الكثافه الكهربيه تعتمد ايضا على مدة مرور هذا التيار بالسلك هذا وانه كلما زاد وقت مرور التيار به تقل قيمه هذه الكثافه ولنفس المعدن ويعرض الجدول رقم ٦ـ١ قيمه الكثافه الكهربيه فى كل من معدنى الالومنيوم والنحاس شائعى الاستخدام للجهد الكهربى حتى قيمه ١ كيلو فولت بوحدات الأمبير / ميلى متر مربع.

الجدول رقم ٦-١ : الكثافه الكهربيه لمعدنى النحاس والالومنيوم (حتى ١ ك . ف .)

شكل الموصل	معدن الموصل	اقصى و قت لمرور التيار (ساعه)		
		من ١ الى ٣	من ٣ حتى ٥	من ٥ حتى ٨
عارى	نحاس	٢,٥	٢,١	١,٨
	الومنيوم	١,٣	١,١	١,٠
كابلات ورقية	نحاس	٣,٠	٢,٥	٢,٠
	الومنيوم	١,٦	١,٤	١,٢
اسلاك بلاستيكية	نحاس	٣,٥	٣,١	٢,٧
	الومنيوم	١,٩	١,٧	١,٦
كابل مطاطى	نحاس	٣,٥	٣,١	٢,٧
	الومنيوم	١,٩	١,٧	١,٦
اسلاك بمطاط	نحاس	٣,٠	٢,٥	٢,٠
	الومنيوم	١,٦	١,٤	١,٢
كابل بعزل بلاستيك	نحاس	٣,٥	٣,١	٢,٧
	الومنيوم	١,٩	١,٧	١,٦

* التحميل الزائد Overload

يمثل التحميل الزائد عن التيار المقنن الخطر الكبير على الكابلات عموما وهو ما يخضع للمواصفات القياسيه طبقا لجوده الكابل حيث يمكن التحميل الزائد لفترات زمنيه محدده تقل بشده مع اقل ارتفاع تحميلى .

* الحمايه الذاتيه Self Protection

حمايه الكابلات تستلزم تركيب قواطع مناسبه على طرف الكابل ويجب ان تكون هذه القواطع بنفس التيار المقنن ولاتزيد عنه باى حال من الاحوال بينما يسمح لان يكون القاطع لتيار اقل من المقنن للكابل بالرغم من ان هذا الوضع ايضا مكلفا الا انه من الناحيه الفنيه ممكنا اما العكس فلا يجوز على الاطلاق .

* تحديد الاعطال Fault Allocation

من اهم ما يحتاجه المهندس فى الموقع الحصول على وسائل تحديد مكان العيوب فى الكابلات وهى اجهزه جديده وتتطور كل يوم وتعطى دقه اعلى عن سابقها وتعتبر المساعد الاول للمهندس من اجل استكمال عمله فى الموقع واتمام اعمال الصيانه بكافه اشكالها او متابعه الاختبارات الروتينيه والتأكد من سلامه الشبكه المحليه التابعه له .

٦-٢ : محطه التوليد POWER STATION

تتكون محطه التوليد كهربيا من عدد من الاجزاء هى :

١- المولد alternator ٢- المثير exciter ٣- المحول transformer

٤- القضبان busbars ٥- اجهزه القياس measuring instruments

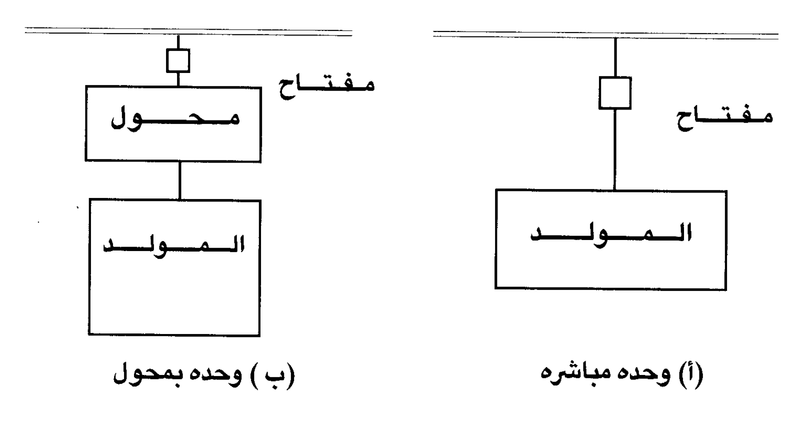
٦- اجهزه الوقايه والحمايه protection devices ٧- المساعدات auxiliaries

تصميم الرسم الخطى او الفردى لمحطه التوليد يعتمد على اساس التوصيل بين المولد والقضبان للاتصال مع باقى اجزاء الشبكه القوميه الموحده ويجب ان يتضمن اماكن الوقايات ونوعيتها واماكن اجهزه القياس وماهيه قراءاتها اما بالنسبه للمساعدات فيمكن شرحها مره واحده فيما بعد من خلال نفس الفصل ولذلك سوف نهتم هنا بالوحدات التوليديه ذاتها دون غيرها من حيث المبدأ وهو ما يجعلنا ان نوضح انواع الوحدات على النحو التالى :

١- وحده توليد مباشره solid connected unit

٢- وحده توليد بالمحول unit with transformer

حيث يبين الشكل رقم ٦-٣٨ هذه النوعيات ليكون واضحا الفرق بينهما حيث انه فى النوع الاول يتم توصيل الوحده مباشره على القضبان والتى تتصل بعد ذلك بمحولات لرفع الجهد الى جهد الشبكه الموحده عند اطراف المحطه بينما فى النوعيه الثانيه نرى ان كل وحده تختص بمحول مستقل لها دون غيرها بل يصل الامر الى عدم وجود مفتاح كهربى بين الوحده والمحول الخاص بها ولذلك يتم التعامل معها كما لو كانت قطعه واحده وبهذا قد لانحتاج الى رفع الجهد مره اخرى للاتصال مع الشبكه .



الشكل رقم ٦-٣٨ : نوعيتى وحدات التوليد

جدير بالذكر هنا ان نؤكد على اهميه انه فى الحاله الثانيه لابد وان تكون سعه المحول تساوى او تزيد عن سعه المولد حتى لا يحترق المحول من الحمل الزائد وهذه السعه اما بوحدات الميجاوات او وحدات الميجافولت امبير وبالطبع الاثنين معا حتى يتحمل المحول القدره الناتجه عن المولد .

نؤكد على ان محطه التوليد تبدأ بالمولدات وما تستلزمه كوقود ومساعدات لتفى بالغرض وتنتهى على قضبان كهربيه تتصل بالشبكه القوميه الموحده وبذلك يكون الرسم الكهربى الواجب تصميمه كهربيا هو المعبر عن التوصيلات الكهربيه وما يلزمها من ادوات ومعدات مساعده للتحكم والتشغيل والصيانه بشكل هندسى سليم منذ بدايه المولد ذاته من حيث اطرافه ونقطه الارضى وكيفيه توصيلها وحتى القضبان الرئيسيه للمحطه والتى سوف تتصل بالشبكه الكهربيه مباشره .

بعد التعرف على شروط التشغيل التوازى للمولدات كما تم شرحة فى الفصل السابق يمكن ان نضع فى التصميم تشغيلا من هذا النوع للاسباب التاليه :

١ـ اعطاء المرونه فى التصميم للمحطه ككل .

٢ـ استخدام الوحدات المباشره قد يكون احيانا افضل حتى لاتعتمد الوحده على المحول الخاص بالوحده فى حاله الوحدات غير المباشره اذا ما تعطلت او انتهت صلاحيتها للعمل.

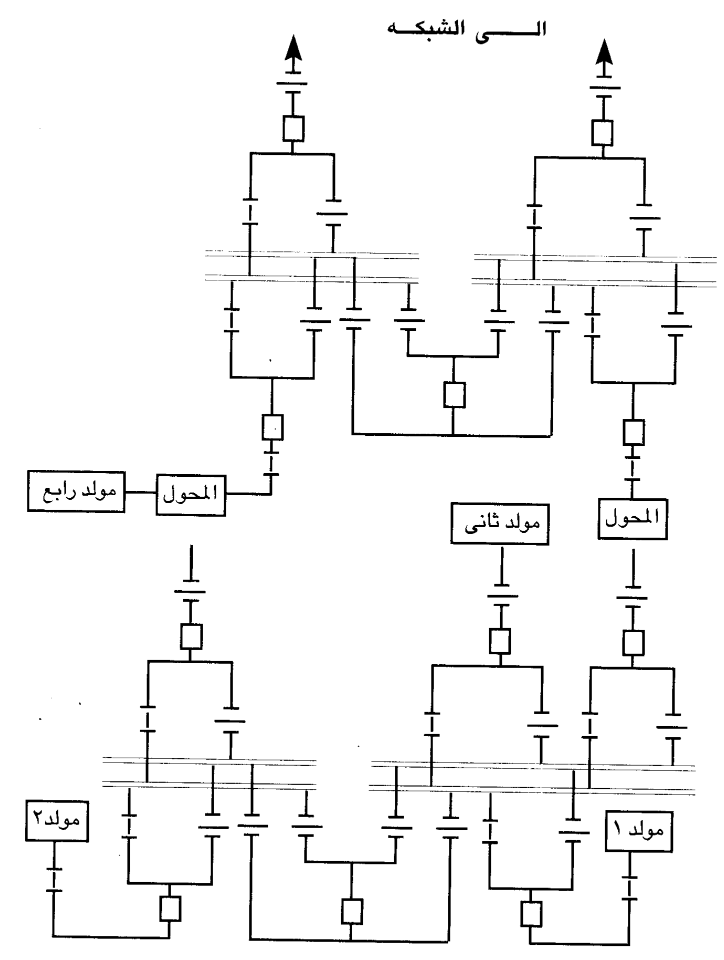
٣ـ اعطاء الفرصه لتشغيل المحول اذا ما توقف المولد عن التشغيل ويؤدى الى تعطيل المعده عن التشغيل او استغلالها بالطريقه المثلى .

يقدم الشكل رقم ٦-٣٩ رسما خطيا لمحطه توليد من اجل فهم اهميه التوصيل بين الوحدات داخل المحطه الواحده للتمتع بامكانيه التوصيل بين الوحدات لتغذيه الاحمال فى اماكن متفرقه وتحت ظروف مختلفه خصوصا لتغطيه حالات الطوارىء التى قد تحدث نادرا الا انه يجب اعطاء المرونه لتغطيه ايه احتماليات .

بالرغم من ان المثال توضيحى بهدف الشرح نجد انه تم توصيل كلا من المولد الاول والثانى من الوحدات المباشره على قضبان واحده ويعطيان قدرتيهما من خلال محول واحد هو الذى يجب ان تتوافر فيه قدره لاتقل عن مجموع قدرتى الوحدتين سواء كانت بالميجاوات او الميجافولت امبير واذا تساوت مع مجموعهما فتكون الحاله الامثل ولكن لايجوز ان تكون قدره المحول اقل من ذلك اما فى حالات الطوارىء يمكن تجاهل ذلك ولكن بشرط الا نتعدى قدره المحول اثناء التشغيل وتعتبر حاله طارئه لايجوز وضعها تصميميا .

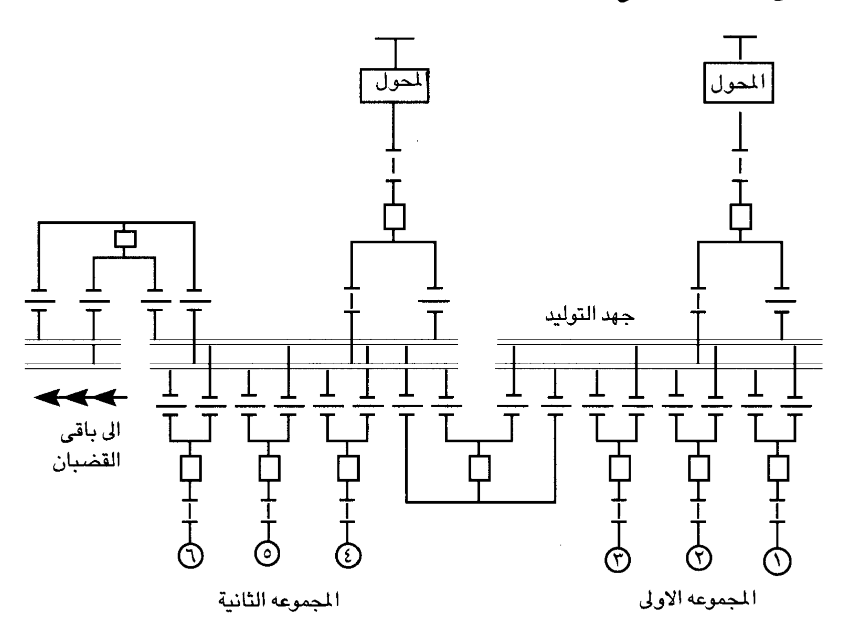
على الجانب الاخر نرى المولد الرابع من الوحدات المباشره الاتصال بالمحول الذاتى بها ويدخلان معا على قضبان الجهد العالى مباشره بدون وضع قاطع كهربى بينهما وهى مستقله عن باقى المحولات فى المحطه الا انها تشترك فى قضبان الجهد العالى والذى هو

بطبيعته من النوع المزدوج المتقطع الى اجـزاء اما عن المولد الثالث فـانه يتصل بالقضبان ويمكن توصيله من خلال القضبان الى محول او الى مغـذيات ثم محول للتوزيع او لتغذيه شيء هام قـريـب من المحطه ولكن في الوضـع المعتـاد يجب ان يتم تـوصيله بمحـول كى يرتبط مع الشبكه سواء كان محول عام او خاص به وحده داخل المحطه .



الشكل رقم ٦-٣٩ : رسم خطى لمحطه توليد بها انواع مختلفه من المولدات

علينا ملاحظه ان القضبـان سواء الجهد العـالى او المنخفض فكليهما له نظام الربط المثالى الذى يوفر من عدد القواطع الخاصه بهذه العمليه كما يتلاحظ ايضا ان المولدات لها طرف واحـد وليس اثنين وكذلك المحطه ككل لها قضبـان رئيسيه واحـده وهى قضبان الجهـد العـالى رغم امكانيـه تعدد القضبـان الداخليـه فى المحطه او حتى تبـاين الجهـود لكل من القضبان على حده عن غيرها غير المتصل معها مباشره ولذلك فان المحطه تتمثل فى الشبكه الكهربيه بنقطه واحده وهى القضبان الرئيسيه التى نراها فى الرسم .
كما يمكن ان يكون التصميم للمحطه كهربيا بنظام متماثل مثل ما يحدث فى المحطات ذات العـدد الوفير من المولدات تكراريه الطابع ولهذا يمكن ان يأخـذ الشكل رقم ٦-٤٠ والذى يعطى الصوره الاوضح فى هذا المجال .



الشكل رقم ٦-٤٠ : رسم خطى لمحطه بها مولدات تكراريه

بالنظر الى الرسم الخطى بالشكل رقم ٦-٤٠ نجد انه لابد وان تكون قـدره المحول الكليه تسـاوى او تزيد عن مجموع قـدرات المولدات الثـلاث المتصله اليه والتى تقـوم بتغذيتـه بالطاقه بـالاضافه الى ان القـدره الفعاله بالميجـاوات للمحول تسـاوى على الاقل مجموع القـدرات الفعـاله للثلاث مـولدات المتصله بـه علاوه على ذلك فـان التيـار المقنن للقـاطع

الكهربى على المحـول بمفرده لابد والا يزيد عن التيـار المقنن بعد اضافـه نسبه التحميل والفصل على التحميل الزائد اما بالنسبه للمولدات فى الرسم الاسبق (الشكل رقم ٦-٣٩) لايمكن ان يزيد التيار المقنن للقاطع الحامى للمولد عن التيار المقنن لذات المولد .

اما عن تشغيل المولدات على التـوازى فلا ننسى ان يتم تركيب وتشغيل واستخـدام جهاز التزامن والـذى يشمل الشروط الثلاث اللازمه لتـوصيل المولدات على التوازى وهـو ما تم شرحه نظريا من قبل الا اننا هنا يجب ان نتبع هذا الجهـاز فى توصيل المولدات الثلاث معا بالشروط التى حددت .

اخيرا بالنسبـه لباقى الرسم الخطى الخاص بمحطه التـوليد حيث الصفحـه لاتتسع لكل الرسم مـره واحـده فقـد بدأ الرسم من حيـث انتهينا فى الشكل رقم ٦-٤٠ وقمنا بتكمله الرسم فى الشكل رقم ٦-٤١ حيث نرى المحـولات تغـذى القضبان الرئيسيـه التى تتصل الى الشبكه الموحده على نظام القضبـان المزدوجه المتقطعه وهنا قـد يكون هناك عددا اكبر من الاجزاء معتمدا على عدد المولدات فى هذه المحطه وهو ما نلاحظه بشكل تكرارى بسيط التوصيل سهل الفهم .

٦-٣ : محطه المحولات SUBSTATION

هى محطات تشبه محطات التوليد الا انها لاتحتوى على مولدات واحتياجاتها وتمثل نفس الاهميـه بالنسبه لمحطات التـوليد حيث انها الشريان الرئيسى لحركـه انتقال الطاقـه بين المحطات ومراكز الاحمال وهى تتكون من :

اولا : جهه الجهد العالى high tension side

ثانيا : جهه الجهد المنخفض low tension side

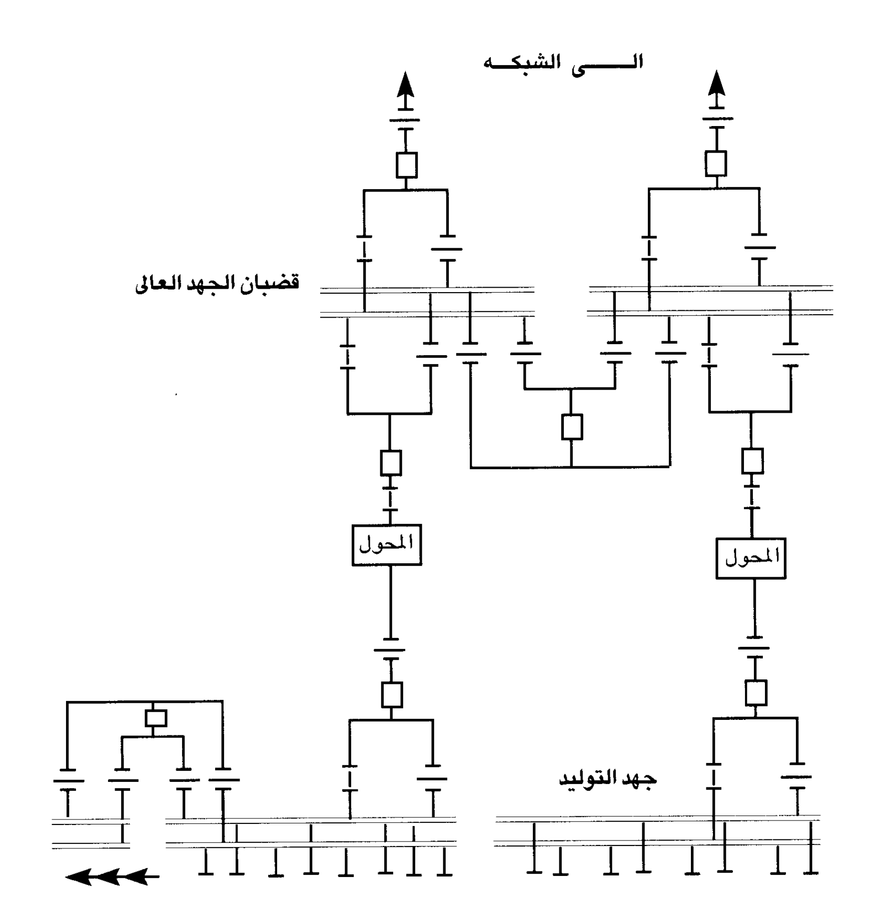
الا ان كلا الجزأين يعتمد على نفس الاسس مع الاختلاف فى مستوى الجهد العامل وتتكون على وجه العموم فى اى منهما الاجزاء التاليه :

١ـ القضبان busbars ٢ـ اجهزه القياس measuring instruments

٣ـ اجهزه الوقايه protection devices ٤ـ المساعدات auxiliaries

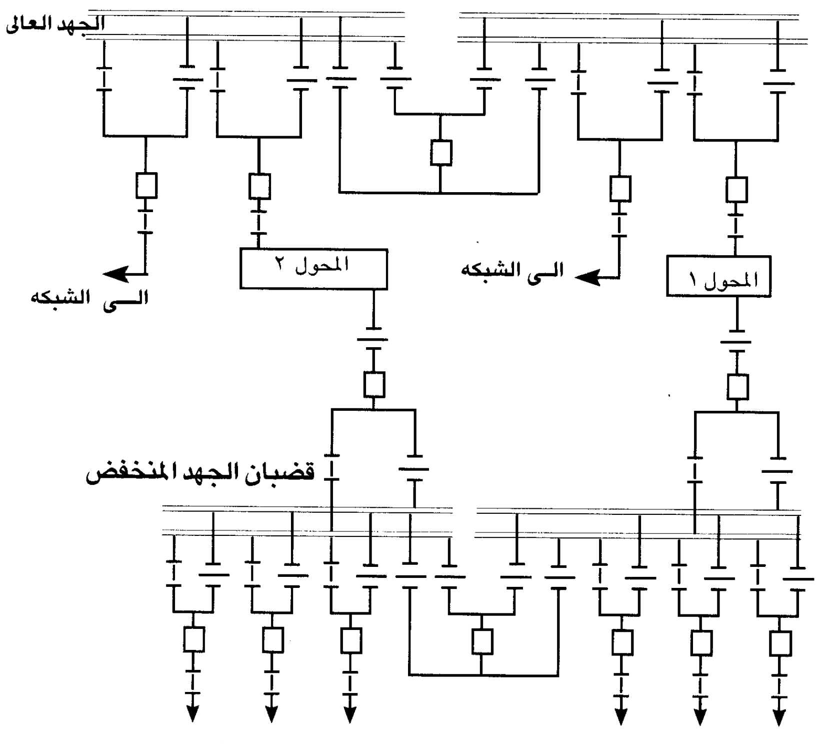
اما عن القضبان فقـد تم التعرض لها باستفاضه عند الحديث عن الشبكـه الكهربيه ولكن اجهـزه القياس والوقـايه سيرد ما يخصهـم فى الجزء التالى من الكتـاب ولكن المساعـدات لانها تخص كـلا من محطه التـوليـد ومحطه المحـولات فسـوف ندرسـهـا فى البند التـالى مباشره .

بالنسبـه لمحطات المحـولات فهى من اخطـر الامـاكن الحيـويه فى الشبكات بعـد محطات التوليد لانها الشريان الحقيقى لحركه الملاحـه الكهربيه داخل المحيط الشاسع والمسمى « الشبكه الكهـربيـه » ولـذلك مهمتنا الاهتمام بهذه المحطه الحيـويـه وفهم كيفيـه



الشكل رقم ٦-٤١ : رسم خطى لبقيه محطه التوليد السابقه

تصميمهـا كما تم سردة بالنسبـه لمحطه التـوليـد وحيث ان محطه التـوليـد تنتهى عند القضبان الرئيسيـه عند الجهد العالى فـان محطات المحولات تنتهى كما تبـدأ ايضا عند القضبان الرئيسية احدهما جهة الجهد العالى والاخر جهه الجهد المنخفض كما نشاهد فى الشكل رقم ٦-٤٢ رسما لمحطه محولات بها محولين فقط .

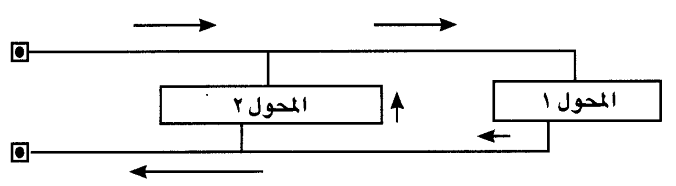


الشكل رقم ٦-٤٢ : رسم خطى لمحطه محولات

تتكون المحطه هذه من محولين رئيسين واذا كانت المحطه رافعه للجهد فانها تحصل على الطاقه من القضبان على الجهد المنخفض من خلال سته خطوط على جزأين من القضبان المزدوجه وتنقلها الى المحولين بحيث تكون ثلاثه خطوط مغذيه لكل محول وبالتالى كل محول ينقل الطاقه الى الجهد العالى على القضبان الى خط على كل جزء من القضبان ذات الجهد العالى والشرط هنا ان الطاقه المنقوله عبر هذه الخطوط لايجب ان تزيد عن طاقه المحول سواء كان القياس للقدره بالميجاوات او بالميجافولت امبير حتى يتحمل المحول القدره المنقوله فعلا .

من الملاحظ من الشكل ان عدد الخطوط على الجهد المنخفض اكبر بكثير عن خطوط الجهد العالى المتصله بذات المحطه وذلك لان القدره ثابته تقريبا على الجهتين نتيجه حاصل ضرب كلا من الجهد والتيار بالتالى عندما يرتفع الجهد تقل قيمه التيار وبالتالى يقل عدد الخطوط اللازمه لنقل نفس القدره الى الطرف الاخر من الشبكه وهذه من الملاحظات الهامه التى

يجب ان تسترعى انتباه المصمم المبتدىء ولا يجب ان يقع فى خطأ يمس هذه المعلومه .
من الرسم ايضـا نرى ان المحـولات تعمل من الجهتين على قضبـان مـزدوجـه للاسبـاب السابق الاشاره اليهـا عند دراسه القضبان ولكننا هنا بصـدد تشغيل التوازى للمحولات (الشكل رقم ٦-٤٣) وهو مـا لايجب ان يتـواجـد على الاطلاق فى التصميم حيث تشغيل المحولات على التـوازى يتسبب فى الزياده الحراريه نتيجه مـرور التيار الدائـر فى المحولين ولايخرج الى الخارج وهو ما يدرس معمليا بتـوصيل محولين على التوازى وقياس درجات الحراره والتـوزيع التيارى والقـدره مع الزمن ولذلك اذا مـا تم توصيل الربط بين اجـزاء القضبان الواحده على جهد منهما فلا يمكن ان يتم نفس التوصيل على الجهه المقابله حتى لانتعرض لمشكله تشغيل المحولات على التوازى .



الشكل رقم ٦-٤٣ : دائره كهربيه تم فيها توصيل محولين على التوازى

نتيجـه الاختـلاف فى قيمـه المكونات الخاصـه بالدائـره المكافئه لكل من المحـولين الاول والثـانى حتى وان كـانا من نفس المصنع ونفس الطراز فيتسبب فى ان احـدهما يكون اقل مقاومـه او ممانعه عن الاخـر ذلك لانها تعتمد عـدد اللفات ويدخل هنا فى الاعتبـار اطوال الاجزاء من اللفه الواحده او الى غير ذلك من الوسائل المتبعه فى التصنيع وعلى رأسها نسبه السماحيهtolerance المعتاده عند قياس الجوده والتفتيش وهو ما يمكن ان يعطى الفرصه الى تغير المقاومـه المكافئه او الممانعه لاى منهما عن قـرينتها فى الدائره فتسبب تيـار دائر داخل اللفه التى تشمل المحولين فقط فتزيد من الارتفاع الحرارى فى الملفات .
تتنوع محطات المحولات من حيث جهات الاتصال مع الشبكه الكهربيه الى نوعين اساسين هما .

اولا : محطات محولات مزدوجه الاطراف Double Terminal Substations

هذا النوع من المحطات هـو المعتـاد لمده طويله من الزمـان الا انـه مع الزياده المضطره فى كميـات القـدره المطلوبه للمحطه فى مـوقع ما تجعل الاتجاهـات متعدده وقـد كـانت هذه المحطات ثنائيـه الاطراف معتـاده مثل الجهـد القيـاسى لها على غـرار ٥٠٠ / ٢٢٠ او ٥٠٠/ ١٣٢ او ٢٢٠ / ٦٦ او ٦٦ / ١١ك.ف. وهى قيـاسيه حتى يكـون التعامل معهـا موحـدا ولسهوله نقل الخبره وتواجـد المصمم والعاملين فى مجال التصنيع بشكل مـوحد يسهل التعامل معه من الناحيه الاقتصاديه .

ثانيا : محطات محولات ثلاثيه الاطراف Tripple Terminal Substations

ارتفعت القدرات فى الحقبه الاخيره من العصر وتحركت المفاهيم الاساسيه لتواكب التطور وقد كان على مستوى الشبكات الكهربيه الارتفاع الهائل فى كميات الطاقه المنقوله علاوه على التوسع العمرانى السريع سواء من الناحيه الاقتصاديه او الصناعيه او السكنيه وانتشار هذه المجتمعات فى كل مكان مما اصبح معه التعامل على المستوى المزدوج لمحطات المحولات غير اقتصادى فى اغلب الاحيان فدفع المتخصصون الى اللجوء الى زياده احد الاطراف الى محطات المحولات لتصبح ثلاثيه الاطراف ومنها على سبيل المثال محطات جهد ٥٠٠ / ٢٢٠ / ١١ ك . ف . وكذلك محطات جهد ٢٢٠ / ٦٦ / ١١ ك . ف . ويظهر الجهد ١١ ك . ف . تكراريا فى الحالتين الماثلتين وذلك تلبيه للاحمال المطلوبه بالقرب من مكان المحطه وليس للمحطه ذاتها ومساعداتها فحسب (الشكل رقم ٦-٤٤).

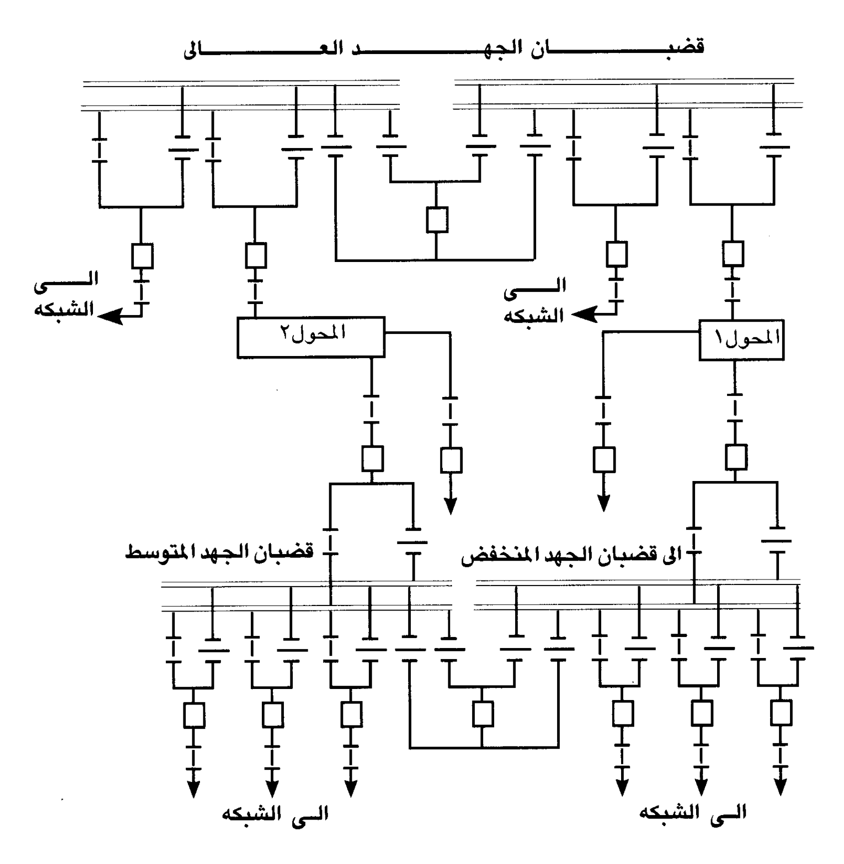
بالنسبه للمحطات خافضه الجهد فهى عكس هذه المحطات فيكون التغذيه بالطاقه من الجهد العالى على عدد اقل من الخطوط ويكون الخروج الى العدد الاكبر من الخطوط على الجهد الاقل وبالشرط الاساسى وهو عدم تحميل المحول اكثر من القدره المقننه له بكافه الوحدات وفى حالات المحطات ثلاثيه الجهد يكون للمحولات ثلاثه ملفات وبذات الجهود وعلى الا نزيد عن مقننات هذه الملفات كل على حده وبجميع الوحدات بلا استثناء .

يظهر من الشكل ان الرسم الخطى للمحطه لم يكتمل نتيجه الكثافه العاليه للخطوط على الصفحه ولكن من الممكن ان نستكمل الرسم المطلوب على الجهد المنخفض كما هو وارد فى الشكل رقم ٦-٤٥ حيث يكون الجهد منخفضا ويكون اغلب الاحمال عليه احمالا اما صناعيه او منزليه او ارسالها الى القرى القريبه والتى لاتبعد كثيرا ويكون هذا الجهد مناسبا لمسافه نقل الطاقه .

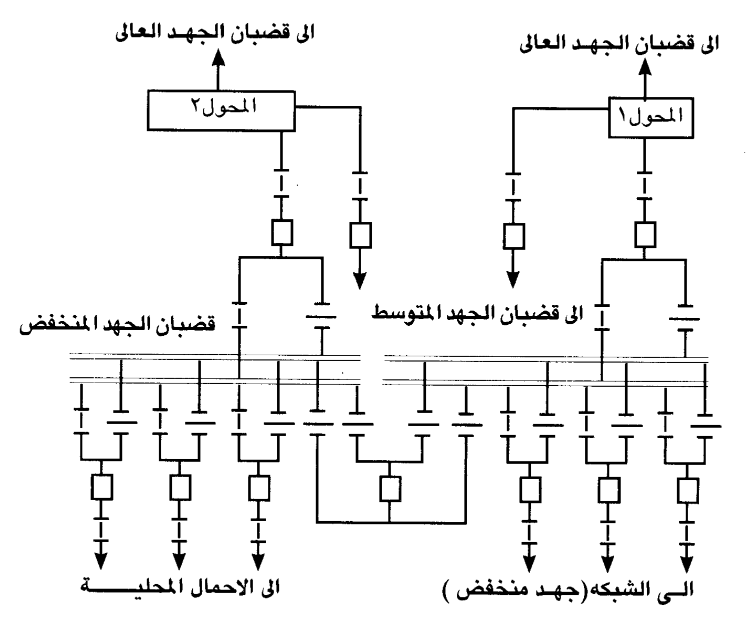
من الرسم يتضح انه لابد من الاعتماد على نظام القضبان المزدوجه على الاقل وعدم اللجوء الى القضبان المفرده بالاضافه الى منع تشغيل المحولات على التوازى على اى من الملفين للمحول سواء كان المحول ثلاثى الملفات او مزدوج ولايجوز التحميل الزائد على اى من ملفات المحول غير ان هذه المحولات فى محطات المحولات تسمى المحولات الرئيسيه لانها المحولات التى تعمل فى الشبكه مباشره وعاده يتواجد عددا من المحولات الصغيره اللازمه لتشغيل المكونات والمساعدات بالمحطه وهى محولات صغيره وتعمل عاده على الجهد الثالث المنخفض لانها تقوم بتوزيع الطاقه داخل المحطه فى اغلب الاحيان .

اضافه الى ماسبق نجد ان المحطات هذه ذات الجهد العالى بدءا من ٦٦ك.ف. تكون من الطراز خارج المبنى outdoorو ذلك فهى تحتاج الى محولات ضخمه وتخضع لنظم وقايه بشكل مكثف وهو ما سوف نتعرض له فيما بعد اما بالنسبه لنوعيه المحولات فهى من النوع متعدد الملفات ولكنه اخيرا ومنذ ما يقرب من ٣٠ سنه اعتمدت المحطات هذه على

المحولات الرئيسيه من النوع الذاتى autotransformers على عكس ما كان سائدا قبل ذلك ان هذه النوعيه من المحولات لاتصلح الا للقدرات الصغيره .



الشكل رقم ٦ـ٤٤ : رسم خطى لمحطه محولات ثلاثيه الاطراف



الشكل رقم ٦ـ٤٥ : رسم خطى للجهد المنخفض لمحطه محولات ثلاثيه الاطراف

٦ـ٤ : المساعدات AUXILIARIES

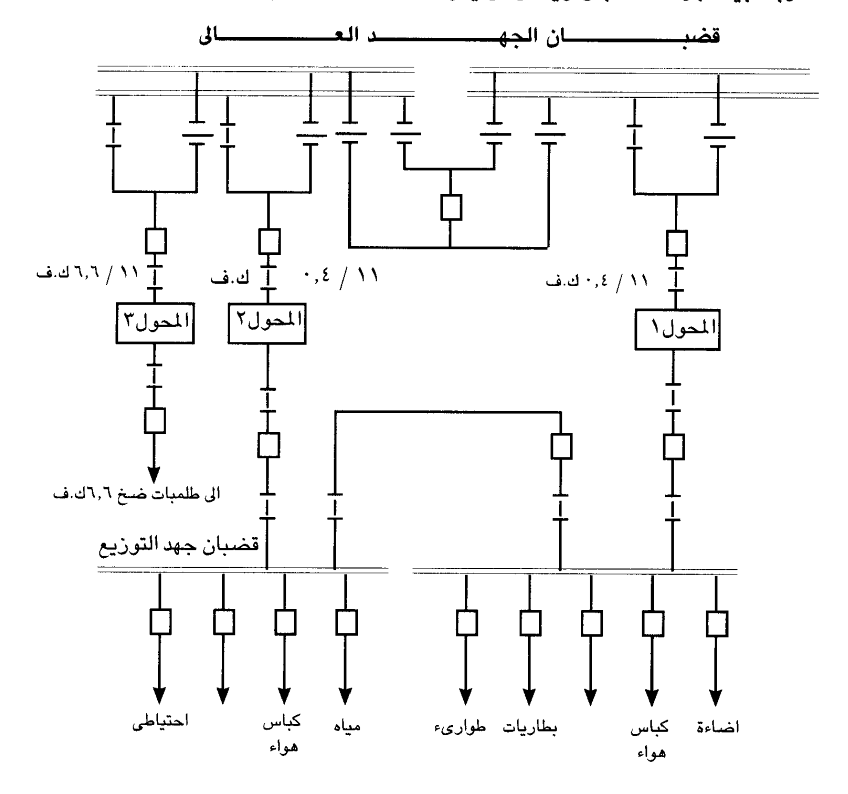
تمثل المساعـدات فى كل من محطتى التوليـد والمحولات كل مـا هو هام وضرورى لتشغيل المحطه على اكمل وجه ولهذا فـان هذه المساعدات تكثر فى محطات التـوليد عن غيرها لانها تهتم بشئون المولد والذى يحتـاج الى مثير والى توربينات والتى تتطلب التسخين والتبخير والتحكم الكامل فى سرعه المولدات بجـانب الضـخ المائى او الوقودى اذا مـا لزم الامر وهذا كله يقع على عاتق المســاعدات فى المحطه ومنها ايضا مـا هو مشتركا لنوعى المحطتين مثل محطه ضغط الهواء وضخ المياه ومحطه اطفاء ومكافحه الحريق بجانب غرفه التحكم التى تخص المحطه ومستلزماتها .

فى الحقيقـه يلزم ان تكون الاهميه هنـا فى تغذيه هذه المســاعـدات بالاسلوب الذى يضمن استمـراريتهـا دون انقطاع وتحت كل الظروف حتى الطارئـه وفى جميع الاحـوال سـوف نتعرض لتصميم الرسم الخطى لهذه المســاعدات على وجـه العموم دون تخصيص لمحطه التـوليد او المحـولات حيث يكون من الواجب الاهتمام بها مثل الـرسم للمعدات الاصليـه للمحطه وفى العاده يكون الرسم شامـلا كل من الجزء الرئيسى والمساعدات الا اننا ندرس كيفيه التصميم عـلاوه على عدم توافـر المساحـه اللازمه للرسم الكامل بجـانب متطلبات

سهوله الفهم .

يقدم الشكل رقم ٦-٤٦ رسما خطيا للمساعدات فى محطه حيث يتم تغذيه الطلمبات الكبيره على جهد ٦,٦ ك.ف. بينما يتم توزيع بقيه الاحمال على الجهد المقنن للاستهلاك وهو ٠,٤ ك.ف. ويوضح الشكل اهميه توزيع الاحمال المتشابهه على الاجزاء المتتاليه من القضبان علاوه على اسلوب التخطى المفروض اعتماده عند التنفيذ الفعلى للتركيبات داخل المحطه .

رأينا أن التوزيع عاده ما يتم على نظام القضبان المفرده الا اننا نحتاج الى قاطع الربط للربط بين اجزاء القضبان ويمكن ان يكون هناك ثلاثه او اربعه اجزاء للقضبان هذا كما



الشكل رقم ٦-٤٦ : رسم خطى للمساعدات فى محطه كهربيه

انه تم الاعتماد على القاطع فقط مباشره على قصبـان التوزيع ذلك لان الاحمال هنا قد قلت من جهـه واهميــه حمايه المهمات اصبحت اقل بكثير وهذا هو مـــا يؤدى الى تبسيط فهم اسلوب انشـاء المحطات الكهــربيـه واسس الاعتماد على نظم الامن الكهــربى عن طريق التحكم الالى او التحكم عن بعد او التحكم بالاشـارات المرسله والامن الصناعى عن طريق وضـع النظم الهندسيه الكفيله بتغطيه كافه الاخطاء التى يمكن ان يتعرض لها العاملين .
هذا المثـال التـوضيحـى لتصميم الرسم الخطى المناسب للمحطه قــد يختلف فى نوعيـه الاحمال المساعده من محطه الى نوعيه اخرى مثل الحراريه عن المائيه او ايهما عن النوويه وهكذا الا انه هنا قـد تم وضـع الاساس الجوهرى لكيفيه التصميم وطـرق التغذيه وغيرها من العـوامل الهندسيـه المؤثره ، هذا وبالـرغم من أن المحطات النوويه اقـرب مـا يمكن للمحطات الحراريه البخاريه تحديدا لانها تستخدم الوقـود النووى للحصول على البخار المحمص من اجل تشغيل التوربينات البخـاريه ايضا ولهذا نرى فى الجدول رقم ٦ـ٢ اهم الوحدات الحراريه المستخدمه فى مجال الحراريات والكهرباء .

الجدول رقم ٦ـ٢ : بعض الوحدات الحراريه والكهربيه

الـــوحـــــده	المكـــافـئـه
١ بى تى يو	٢٥٢ كالورى
١ بى تى يو	٦٦٨ قدم رطل
١ كالورى	٤١,٨ مليون ارج
١ كالورى	٤,١٨ جول
١ وات	١ جول / الثانيه
١ حصان	٧٤٦ وات
١ كيلووات ساعه	٣,٦ مليون جول

من المســاعدات ايضــا تلك الاجهزة الاســاسيــة داخل المحطة و هى أجهزة القيــاس مثل محولات الجهد ١١ potential transformers بجانب محولات التـــيار current transformer حيث نحتاج الى محولات الجهد عند الاماكن المبينة فى الشكل رقم ٦-٤٧ على النحو التالى :

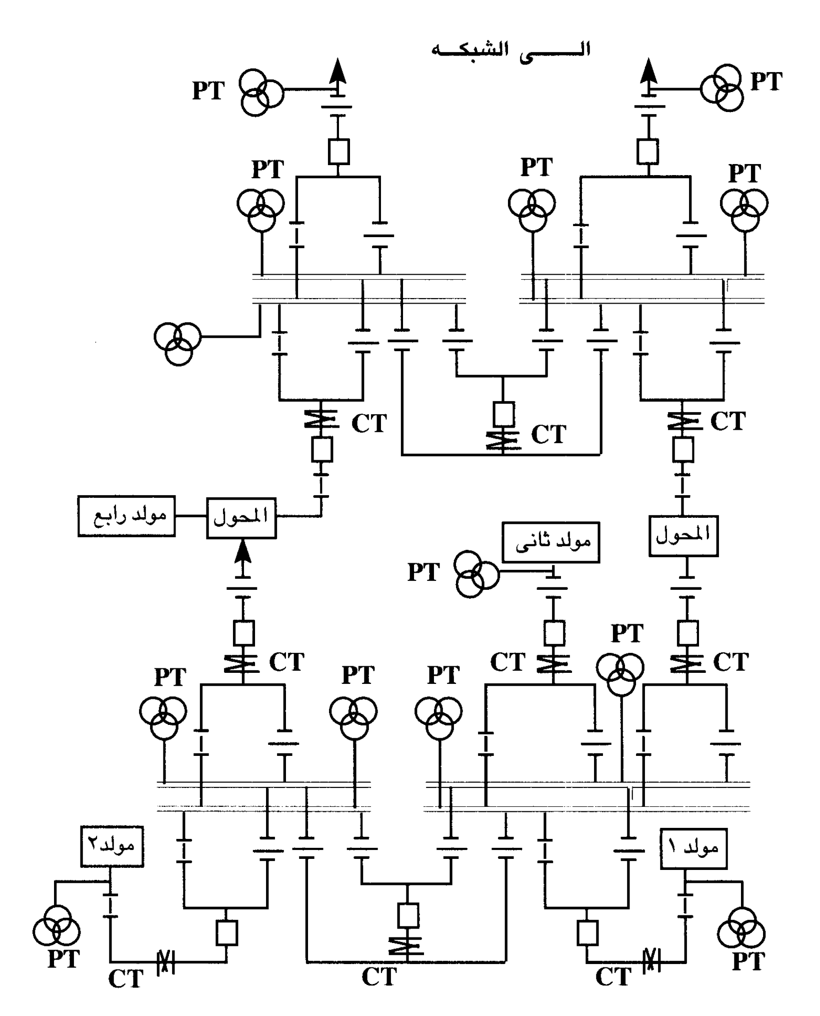
١ ـ بداية وصول خطوط النقل الكهربى الى المحطة.

٢ ـ عند اول أطراف المولدات

٣ ـ على اجزاء القضبان الرئيسية .

و ذلك من أجل قيــاس الجهد على هذه النقــاط الحيوية فى الشبكة فيجب أيضــا أن نحصل على قراءة الجهد على بداية الخط الكهــربى حتى نكون على علم عما اذا كان هناك جهدا من الطرف الاخــر أم لا إضــافــة الى جهــد اخــراج المولد و هــو مــا يبين لنا أن المولد فى حــالة التشغيل وهو ايضــا هام لعملية التشغيل التــوازى مع الشبكة و أخير بالنسبة للقضبــان الرئيسية فعلينا قبل الربط تحديد حالة القضبان المنقول اليها او منها حتى نعرف عما اذا كانت القضبان ذات جهــد أم لا و هو موضوع حيوى خصوصــا للعاملين فى الصيانة على هذه الاجهزة .

نضيف الى ما سبق أن محولات الجهــد هامة ايضا علاوة على ذلك فى الاجــزاء الملفية سواء عند المولدات أو المحــولات اذا مــا كــانــت هناك ضرورة لاستخــدام نظام اتجاه القــدرة فى الوقايــة أو لقياس الطاقة أو القــدرة أو حتى زاوية القدرة و نرى ذلــك واضحا على الشكل رقم ٦-٤٧ حيث تناثرت محولات على الاماكن المختلفة فى المحطة .



الشكل رقم ٦ـ٤٨ : توقيع اجهزة لقياس على الرسم الفردى لمحطة التوليد

على الجانب الأخر نجد أن محولات التيار ضرورية فى الحالات التالية :

١ـ مع قواطع الربط وكذلك الوصل حيث انة لا يمكن أن نقوم بعملية نقل من قضبان رئيسية الى احتياطية فيكون هناك تيار عالى وهو ما يعنى وجود قصر على القضبان الاحتياطية فيستلزم الأمر الفصل تلقائيا وهو المبين ايضا فى الشكل رقم ٦-٤٧

٢ ـ على بداية الخطوط بجوار القواطع حيث نحمى الخطوط من القصر اضافة الى استخدامة مع محولات الجهد فى الحماية المسافية للخطوط .

٣ ـ على اطراف المولدات حيث نحتاج الى الوقاية التفاضلية وزيادة التيار وزيادة الحمل اضافة الى قياسات الطاقة .

٤ ـ على جانبى الملفات فى المحولات من أجل الوقاية التفاضلية .

٥ ـ على بداية المغذيات لحمايتها من زيادة الحمل أو زيادة التيار نتيجة القصر .

٦ـ ٥ : سكينة التأريض EARTHING LINK

تمثل سكينة التأريض الأمان الكامل للعاملين فى حقل محطات التوليد والمحولات حيث انها اساسا للعمل فى الأجزاء المطلوبة للصيانة أو لمجرد اعمال الصيانة وفى جميع الأحوال تمثل سكينة الارضى ضرورة هندسية فى تصميم الرسم الفردى لاى من المحطات (محولات أو توليد) ولذلك نجد أنة يلزم التأريض للاسباب الأتية :

١ـ حماية العاملين ضد التوصيل الخطأ .

٢ـ علامة مميزة لموقع العمل .

٣ـ تفريغ الشحنات الاستاتيكية الى الارض بصفة مستمرة .

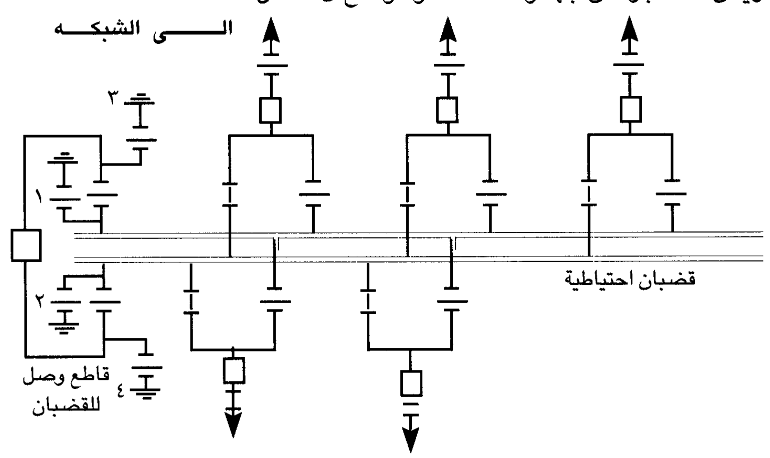
٤ـ تبدأ منها مناورات التوصيل وتنتهى عندها مناورات الفصل الكهربى .

انطلاقا من هذة الاسباب نجد أن سكينة التأريض من الأجزاء الهامة فى المحطة سواء كانت محطة توليد أو محولات والتى لا يمكننا الاستغناء عنها وهى فى حقيقة الأمر عبارة عن ذراع معدنية لها منظومة حركية وعادة ماتكون يدوية وذلك ضمانا لعدم الخطأ كما أن اسلوب فرملة الخطأ Inter lock اساسى فى تنفيذ وتصميم السكينة عموما حتى انة لا يجوز أن يتم توصيل طرفى السكينة وكذلك سكينة التأريض فى وقت واحد أى لا يمكن توصيل سكينة التأريض اذا ما كانت السكينة الأصلية مغلقة ON ومن الجهة الأخرى يمكن توصيل سكينة التأريض ووضع ملمسات السكينة الأصلية فى وضع الفصل Off وبذلك نحمى العاملين المتخصصين فى مجال التشغيل من توصيل سكينة التأريض على جهد وتكون الكارثة كما انة يجوز فصل سكينة التأريض (ذراع التأريض) والسكينة الأصلية فى وضع الفصل Off ولذلك نجد أن جميع مناورات التشغيل تبدأ بالمراجعة على سكينة التأريض للتأكد من عدم توصيلها على اطراف السكينة الأصلية وكذلك تنتهى مناورات التشغيل بوضع سكينة التأريض على ملمسات السكينة الأصلية قبل أجراء الصيانة .

كما نشير الى أن سكينة التأريض تستخدم فى جميع المناطق تحت الجهد وخصوصا الجهد العالى والفائق ويمكننا أن نضعها فى تصنيف محدد على النحو التالى :

اولا : تأريض القضبان الرئيسية EARTHING OF MAIN BUSBARS

من ناحيـة الاداء الـوقـائى هنا فسكينة التأريـض تلحق دائما على السكينة المعتـادة Normal Isolating Link فهى لا تعتبر سكينة مستقلة Independent Switch ولذلك نجد أن الرسم الفـردى يظهـر سكينة التأريض بصـورة واضحـة بينما هى فى الواقع جـزء لا يتجـزأ ميكانيكيـا من السكينة الاسـاسيـة ويوضـح الشكل رقم ٦-٤٨ كيفيـة تأريض القضبان الرئيسية فيلزم سكينة تأريض لكل قضبان وارقامهما ٢،١ بينما نفس السكينة الرئيسية على القضبان تتصل بالقاطع الخاص بالربط بين القضبان وهو ما يهمنا الآن فى أن نتعـرف على تأريض الجزء الباقى من الخليـة والمتصل بالقاطع فنجـد السكينة رقم ٣ لتأريض هذا الجزء من جهة واحدة كما هو موضح فى الشكل ٦-٤٨

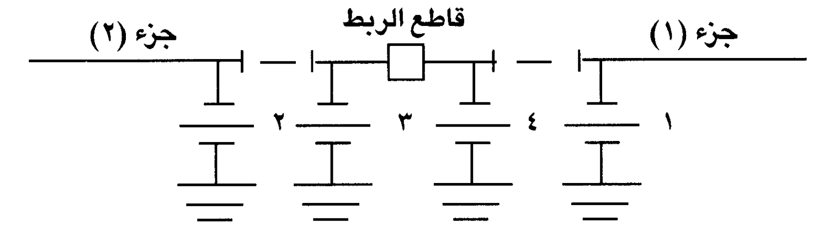


الشكل رقم٦-٤٨ : سكينة التأريض على القضبان

إلا أن سكينة التأريض رقم ٣ لن تفيـد فى تأريض الجزء الاخر من الاسـلاك المعدنيـة اذا كـان القاطع مفصـولا و لذلك نحتـاج الى السكينة رقم ٤ حتى تقوم بهذه المهمـه حتى لا تعتمد على ضرورة توصيل القـاطع اذا ما كنا فى حاجـة الى فصله اثناء العمل كمانؤكد هنا أن خلية قضبان الربط هى افضل الاجزاء لتأريض القضبان الرئيسية حيث معدل العول مرتفع كما أنها تتصل مباشرة على قضبان .

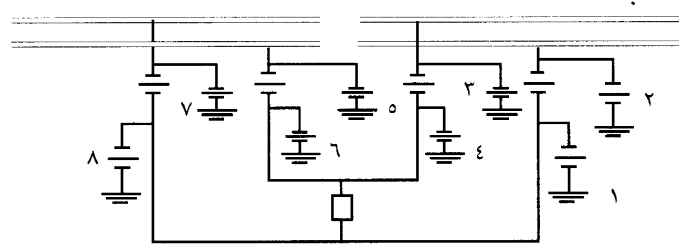
اما اذا كـانت القضبان من النوع المتقطع فلابد من استخـدام سكينة التأريض على النحو المبين فى الشكل رقم ٦-٤٩حيث نجـد سكينة التأريض رقم ١ تؤرض القضبـان فى الجزء رقم ١ بينما ذراع التأريض رقم٢ يقـوم بتغطيـة تأريض الجزء رقم ٢ من القضبـان امـا

سكنيتى التأريض رقم ٤،٣ فعليهم تأريض باقى أجزاء التوصيل الخاصة بالقاطع و اجزائة المعدنية الخارجية .



الشكل رقم٦-٤٩ : اسلوب التأريض للقضبان من خلال مفتاح الربط Bustie

وأخيرا بالنسبة لاسلوب القاطع مزدوج الطابع (ربط / وصل) فيكون التأريض الخاص به كما هو وارد فى الشكل رقم ٦-٥٠ وجميع سكاكين التأريض الثمانية سوف تزيد من تعقيد الشكل تصميميا وقد يكون أيضا تشغيليا مما يجعلنا اتباع الاسلوب الهندسى فى هذا الشأن وهو محاولة تخفيض عدد هذة السكاكين بحيث نكون قادرين فعلا على تأريض كل جزء فى التوصيلات جميعا وقت اللزوم وبلا استثناء ، وهكذا نرى أن السكاكين ارقام ٧،٥،٣،١ من الاساس البنائى اللازم هنا ولا يمكننا الاستغناء عنهم من حيث المبدأ .



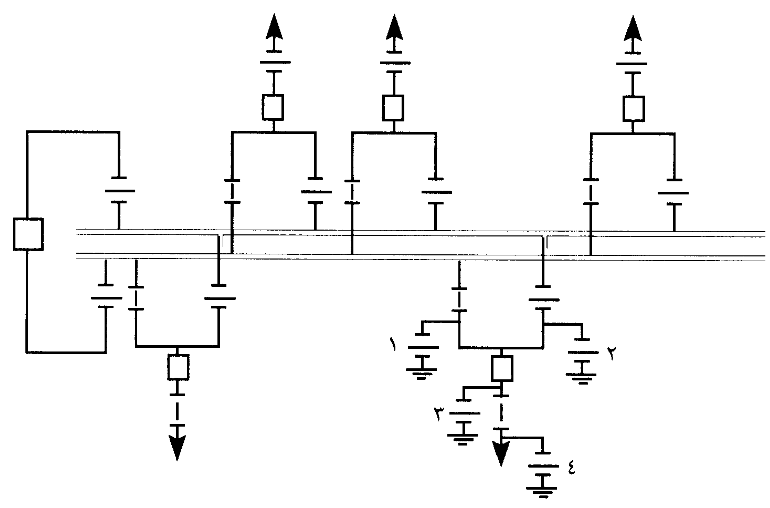
الشكل رقم٦-٥٠ : تأريض للقضبان من خلال القاطع المزدوج (ربط / وصل)

امـا السكينة رقم ٢ فتغطى التوصيل المعدنى وحتى القاطع وحتى الجانب الأخر حيث تتواجد السكينة رقم ٨ ولذلك يمكننا الأستغناء عن السكينة رقم ٨ وبالمثل نجد السكينة رقم ٤ تقوم تلقائيا بتغطية التوصيل المعدنى من حيث هى وحتى السكينة رقم ٦ ولهذا ايضا نستطيع الأعتماد على السكينة رقم ٤ فقط .

ثانيا : تأريض الخلايا الكهربية EARTHING OF CELLS

لا تقتصر عملية الاستعانة بسكينة التأريض من أجل تأريض القضبان الرئيسية بل تمتد الى أن يكون مبدأ هاما يستخدم مع جميع السكاكين الاساسية isolating link وبذلك

نرى الشكل رقم ٦-٥١ يمثل أوضاع سكينة الارضى على التوصيلات المختلفة التى تتصل بالقضبان وقد تم وضع سكينة الارضى على خلية خط نقل كهربى لمزيد من الشرح والايضاح فنرى أن سكينة التأريض رقم ١ تغطى المنطقة من موقعها وحتى المفتاح وبالمثل السكينة رقم ٢ من الجهة الأخرى (القضبان الأخرى) أما رقم ٣ فتقوم بتأريض المنطقة من المفتاح حتى موقعها على جانب السكينة الرئيسية أما سكينة التأريض رقم ٤ فتقوم بحماية الخط من أى توصيل خارجي (أى من محطة أخرى) .

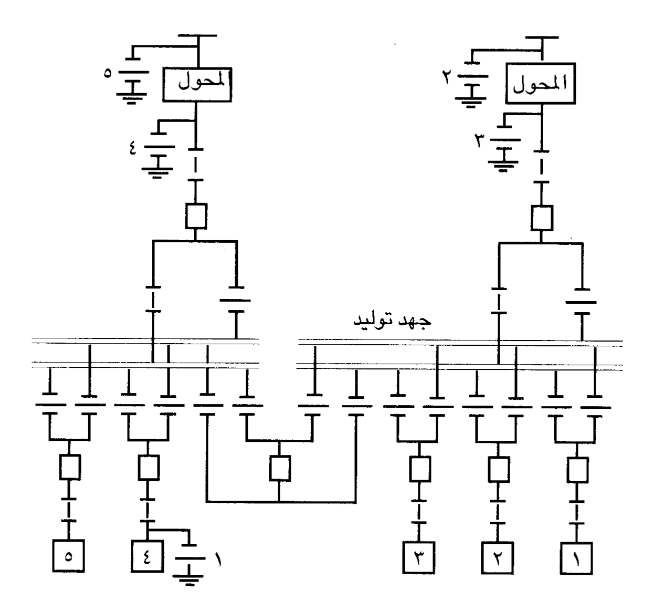


الشكل رقم٦-٥١ : أستخدام سكينة التأريض مع السكاكين الأساسية

ثالثا : تأريض الملفات EARTHING OF WINDINGS

تمثل الملفات أهم الأجزاء الحيوية داخل الشبكة عموما حيث يأتى منها ما نحتاجة من الطاقة ومن خلالها نرفع الجهد حتى النقل وبها نصل الى جهد المستهلك والملفات الأولى هى ملفات المولدات Generators بينما الأخيرة ملفات المحولات Transformers بجانب تلك الملفات التى تخص محولات الجهد Potential Transformers ومحولات التيار Current Transformerوهما لازمان للقياس ولدوائر الوقاية ضد الأخطاء والأخطار علاوة على أن هذة الملفات دائما ما تختزن الطاقة بداخلها مثلها فى ذلك مثل المكثفات مما نضطر معة أن نتأكد من تواجد سكينة الارضى على أطرافها عند العمل فى هذة الملفات بينما باقى اجزاء المحطة تحت الجهد التشغيلى العادى ، ونرى فى الشكل رقم ٦-٥٢ سكينة التأريض على أول سكينة موصلة مع المولد وهى رقم ١ بينما تتواجد سكينتى تأريض على جهتى المحول برقمى ٤,٣ واذا وصلت جهات الملفات الى ثلاث لابد من

استخـدام سكينة تأريض خـاصـــة بها بينما فى الحقيقـة يجوز الاستغناء عن تأريض المولدلأنه عادة ما يكون داخل مبنى وبعيـدا عن الشحنات الأستاتيكية كما أن العمل فية يتطلب ايقافة عن التشغيل وبالتالى لا خوف من الأستغناء عن التأريض .



الشكل رقم٦-٥٢ : كيفية التأريض لملفات المحول والمولد فى المحطة



الفصل السابع
تصميم الشبكات فى الابنيه التعليميه
NETWORK DESIGN IN EDUCATIONAL BUILDINGS

تعتبر الابنيـه التعليميه من المنشـآت القوميـه فى مصر مما يدعونا الى الاهتمام بها والقـاء الضوء على كل ما يهم هذه الهيئه الهامه والتى تخدم كـل مواطن فى البلاد على مدار الزمن وللاجيـال المقبله باذن الله ولذلك يقـدم هذا الفصل تطبيقيـا حيويا وفعليـا على الاسلوب السليم لتصميم الشبكات الكهـربيـه فى الابنيـه التعليميـه والتى لاتمثل المدارس فقط بل المجتمعات التعليميـه ومبانى الاقامـه وصالات الالعاب الرياضيـه وحتى مدارس الفصل الواحد .

بالنسبـه للمـدارس ففيهـا المدارس ذات الطابع الخاص والمدارس العـاديـه حيث تزيد المدارس الفكريه ومدارس المعـاقين والمدارس الفنيه المتقـدمه ذات التقنيات العـاليه والتى تواكب التقـدم العلمى على كافـه المحاور فـانها تحتاج الى الكثير من التركيـز على النواحى الخاصه التى تهتم بها او تقوم على اساسها انشـاء مثل هذه المدارس وخاصه عندما تتبع النظام الداخلى فيهـا للطلاب وهو ما يستلزم انشـاء مبنى للاقامـه وخدماتـه من صالات الاستذكار والمطاعم وما يتطلبه من مطابخ وثلاجات بالاضافه الى المكتبه الحديثه واحيانا المسرح الترفيهى لممارسه النشاطات الفنيه المختلفه .

تحتـاج الابنيه التعليميـه الى نظام خـاص فى تصميم الدوائـر الكهربيـه المغـذيه للاحمال الكهـربيه المطلوبه داخـل هذه الوحدات التعليميـه فيـدخل النظام المحـدد لتوزيع التيـار الكهربى الى هذه المدارس اولا ثم يتم داخلها طبقا للاصـول الفنيه والمواصفات الهندسيه التى تخص هذا المجال .

٧ـ١ : نظم التوزيع الكهربى SYSTEMS OF ELECTRIC DISTRIBUTION

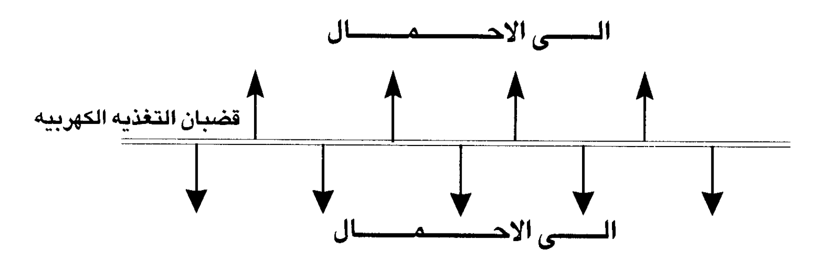
يتـواجـد على الساحـه التصميميـه عـددا من النظم التى يمكن الاعتماد عليهـا فى تصميم شبكات التوزيع الكهربيه عموما وداخل الابنيه التعليميه خصوصا انواعا متنوعه من نظم التوزيع والتى تستخدم ايضا فى شبكات النقل على الجهد العالى والفائق الا اننا هنا بصدد وضع الاسس التصميميـه لشبكات التوزيـع فى الابنيه التعليميـه والنظم الممكن الاعتماد عليها عند التصميم وهى :

١ـ النظام المباشر RADIAL SYSTEM

يعتبر هذا النظام من النظم الهامـه فى توزيع الطاقـه الكهـربيه وخصـوصـا عند الاطراف المستهلكه مباشره (الشكـل رقم ٧ـ١) حيث يقدم الخدمـه الى مركز الحمل مـن التغذيه المباشره من القضبـان المغذيه للاحمال فى المنطقـه وهذا النظام يصلح لكل الاحمال الا انه

معيب بما يلى :

* انقطاع التيار الكهربى عن كل الاحمال المتصله بهذا الفرع اذا ما حدث فيه قصر كهربى بما يقلل من قيمه الاعتماديه ولكن فى المقابل يعطى الفرصه لتحميل جزء بعيدا عن الاخر وهذا من ميزاته فى بعض الاحيان .

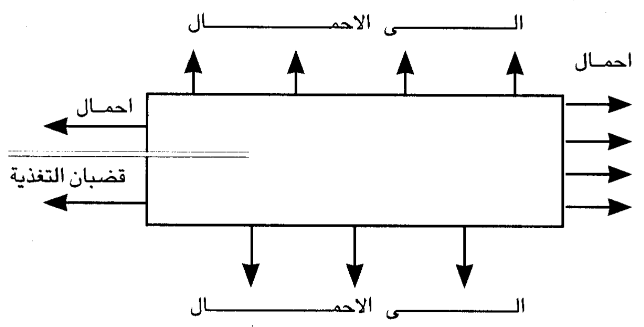


الشكل رقم ٧ـ١ : النظام المباشر لتوزيع الطاقه الكهربيه

نشير الى ان الرسم اتبع نظام القضبان المفـرده وليست المزدوجه لان هذا النظام هو المتبع فى شبكات التـوزيع حيث لانحتـاج الى تبـديل القضبـان وخصـوصـا عند الجهـد ٠,٤ / ٠,٢٢ك.ف كما ان الرسم ايضاحى ولايمثل رسم كهربى مكتمل بل لتوضيح كيفيه توزيع الاحمال من مصـدر تغذيـه واحد والذى يمثل عبءا كبيرا على المستـوى ١١ك.ف وهو مـا يحتاج الى ضمان استمراريه التغذيه لان الاحمال فى هذه الحاله اكثر واكبر عن السابقه .

٢ـ النظام الحلقى RING SYSTEM

يصلح هذا النظام للتغـذيه على المستـوى الجهدى الاعلى من التـوزيع العـادى الذى سبق الاشاره اليـه وهو ما يتبع عند الجهد ١١ك.ف عند القضبـان التى تخص محولات التوزيع والتى تعرف باسم كشك الكهرباء ويعطى الشكل رقم ٧ـ٢ معبرا عن ماهيه هذا النظام واهميته .



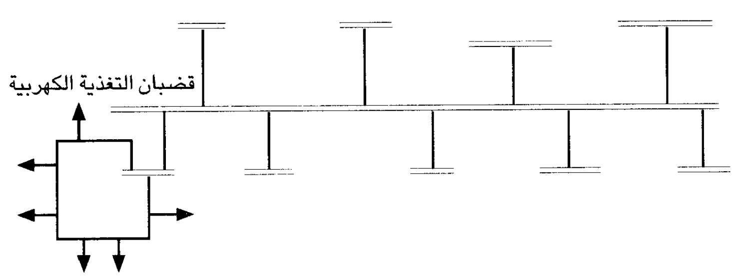
الشكل رقم ٧ـ٢: النظام الحلقى لتوزيع الطاقه الكهربيه

٣ـ النظام المشترك COMBINED SYSTEM

يعتبر هذا النظام الافضل عمـوما حيث انه يكتسب المميزات فى كـل من النظامين السابقين فهـو يستطيع ان يعـزل الحمل عن الاخـر بينما يعطى المرونه فى القـدره على استمـراريه التغذيه ورفع قيمه الاعتماديه على وجه العمـوم وهو نظام شامل نوعا ما الا انه ينقسم الى نوعين من النظم وهى :

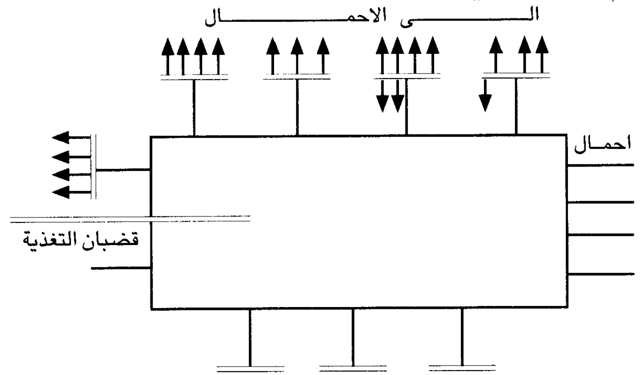
اولا : النظام الحلقى مباشرا RINGED RADIAL SYSTEM

يمثل هذا النوع مـن النظم ذلك النظام الاول السـابق كى يتم توزيع الاحمال بعـد ذلك بالاسلوب الحلقى مثل مـا هو مبين فى الشكـل رقم ٧ـ٣ حيث نجـد ان الاصل هو النظام المباشر حتى الموقع ثم يتحول النظام الى الشكل الحلقى فى الموقع ذاته وهذا يمثل عيبا عن ذلك النظام التالى بالرغم من تفوقه على النظام الاول المباشر طبقا لماتم ايضاحه من قبل .



الشكل رقم ٧ـ٣ : النظام الحلقى مباشرا لتوزيع الطاقه الكهربيه

ثانيا : النظام المباشر حلقيا RADIALED RING SYSTEM



الشكل رقم ٧ـ٤ : النظام المباشر حلقيا لتوزيع الطاقه الكهربيه

بعـد ذلك اصبح هذا النظام هو الافضـل عن كل سـابقيـه لما يتمتع به من مـزايا غـايه فى الاهميـه والتى تسمح للعمل بنجـاح داخل المواقع المختلفه الا انه مـا زال به عيب اسـاس ينحصر فى ان الحلقـه الـرئيسيـه هذه (الشكل رقـم ٧ـ٤) مغلقـه بالرغـم من كل المزايا الاخرى وهذا العيب ينتج عنه العيوب التاليه :

* امكانيه تواجد فقد عالى لالزوم له نتيجه دوران التيار فى الحلقه ذاتها مع عدم المرور الى الاحمال وهذا بالتـالى يؤدى الى زياده حـراريه فى الكابلات المختصـه والمكونات الدائـريه احيانا وهو ما لايجب ان يحدث .

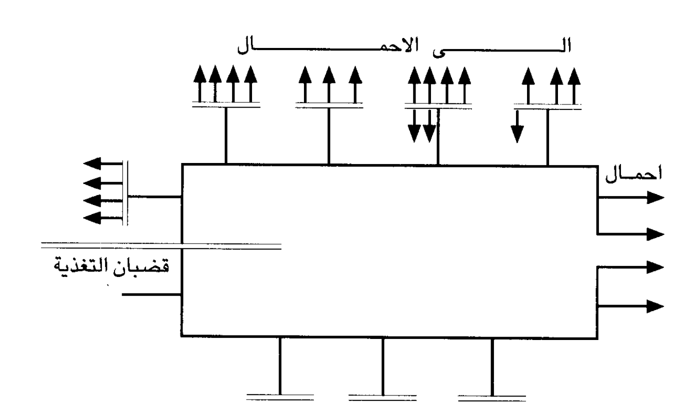
* اعطاء الفرصه للتوافقيات الثالثه وTHRID HARMONICSمضاعفاتها وهذا غيرمرغوب فيه بالنسبه للشبكه وما ينتج عنها من اضرار يجب ان نتلافها .

* زياده قيمـه الانخفاض فى الجهـد دون التحكم فى ذلك اذا مـا تم تغـذيه حمل من نقطه بعيده بينما تتوافر غيرها مع فقد اقل .

* تقليل قيمـه الاعتماديه حيث ان العطل الحلقى قـد يؤدى الى انقطاع التيار كليـا عن كل الاحمال .

* رفع مستوى القصر فى الحلقـه فى بعض الاحوال نتيجـه العمل التوازى لحظه القصر اذا ما كان القصر فى منتصف الحلقه بالنسبه للتغذيه .

مما ذكر الان نستطيع التـوصل الى الحل المناسب حيث يمكننا فتح الحلقـه الرئيسيه هذه من المنتصف تقـريبـا وبذلك نقضى على هذه العيـوب كما يـوضح لنا الشكل رقم ٧-٥ الشكل النهائى لهذه النوعيه من النظم والتى عاده تستخدم بنجاح فى شبكات التوزيع .



الشكل رقم ٧ـ٥ : النظام المباشر حلقيا لتوزيع الطاقه الكهربيه
(الحلقه المفتوحه ـ غير مغلقه)

بعد استعراض النظم المختلفه والوصول الى افضلهم نتقدم نحو بدايه التغـذيه الكهربيه للمبنى او الموقع اذا كـان يتكون من اكثـر من مبنى وهو فى الحقيقـه يجب ان يكون من الناحيـه الكهربيـه فى مـركز الاحمال الفعليـه فى الموقع الا ان هذه القـاعده تتعـارض مع الاسلوب العملى للتنفيـذ فى الحالات المختلفـه حيث ان التغذيـه الكهربيـه تتحـدد من قبل الشركـات المختصه لتـوزيع الطاقه الكهـربيه ولاتعتمـد على مركـز الاحمال داخل الموقع التعليمى ولذلك فـــانه يتم توحيـد اسلوب للتعـامل مـــع المواقع جميعـا وطبقـا لما تحدده الشركات هذه وهذا يعتمد على تغذيه الموقع عاده الى مكان البوابه الرئيسيه للموقع .

و بعـد تحديد مدخل التغـذيه الكهربيـه اصبح ضروريا توحيد طريقـه استقبال التغـذيه الكهربيه خصوصا وانــه يجب تركيب عداد قراءه الطاقه المستهلكه عند هذا المدخل ولذلك يلزم ان توضع لوحـه حائطيـه كى يتم تركيب هذا العداد عليهـا وكلما كانت مـوحده على المستوى القومى كلما كان الوضع التصميمى افضل لعدد من النقاط الهامه وهى :

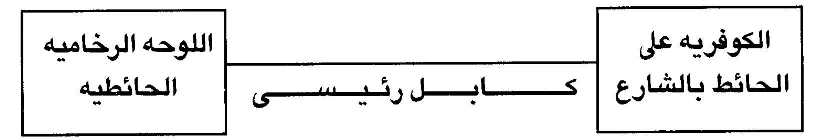
١ـ تحديد سعر محدد وموحد لهذه اللوحه على المستوى العام .

٢ـ تحديد شكل موحد للمواقع جميعا .

٣ـ زياده الخبره العمليه عند التعامل مع هذه الجزئيه .

٤ـ تركيب المصهـرات التى تطلبهـا شركات توزيع الكهـرباء فى هذه اللوحـه بشكل جمالى لايقل عن الاهتمام بالناحيه الفنيه .

فى المعتاد يكون جهـد هذه اللوحه الحائطيـه هو ٣٨٠ / ٢٢٠ فولت ويدخل اليهـا الكابل الرئيسى والذى يتبع شركه توزيع الكهـرباء اما مسئوليه الهيئه العامـه للابنيه التعليميه من الناحيـه الكهربيـه تبـدأ من بعد العـداد الكهربى والذى تـم بذلك تركيبه على اللوحـه الحائطيه والتى تؤكـد الخبره الفعليه ان اللوحه الرخـاميه افضل الاشكال لما تتمتع به من بريق جمالى ومتـانه ميكانيكيه ولا تحتـاج الى الصيانه العـديده والتكراريه مثل غيرها من المواد الاخـرى ويوضح الشكل رقم ٧ـ٦ الاطار العام للتـوصيل الكهربى فى هذه المنطقـه الضيقه الصغيره والتى تتداخل مع عمل شركات توزيع الكهرباء .



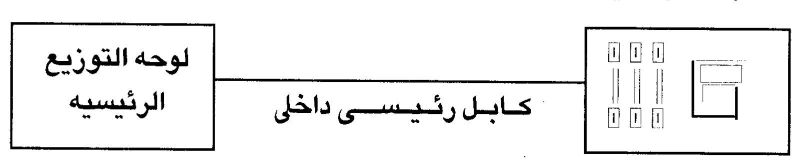
الشكل رقم ٧ـ٦ : الرسم الصندوقى لوصل الكابل الخارجى الى المبنى

٧ـ٢ : التوزيع الداخلى للأحمال Internal Load Distribution

ننطلق فى تصميم الرسم الخطى لتوزيع القدره الكهربيه داخل الموقع وهو ما يستلزم ان نوصل بين العداد واللوحه الرئيسيه لتوزيع الطاقه الكهربيه ويكون ذلك من خلال كابل ارضى مناسب للقدره الكليه لاحمال هذا الموقع وهذا الكابل لابد وان يكون من النوع رباعى الاسلاك على الاقل او خماسى فى احيان اخرى حيث يدخل معه نقطه الارضى بجانب نقطه التعادل ويعرض الشكل رقم ٧-٧ (ص : ١٧٥) منظرعام لكابل كهربى يبين بعض الانواع المستخدمه وهناك الكثير والعديد من الانواع الاخرى التى تستعمل فى نفس المجال وبكفاءه جيده بل ومنها الانواع الحديثه التى تمنع الاخطار الناجمه عن القصر والاحتراق .

عندما نصل الى لوحه التوزيع الرئيسيه للموقع يجب استقبال التيار الداخل الى الموقع على قاطع كهربى وحيد جهد ٣٨٠ فولت ليدخل بالتالى على القضبان الرئيسيه داخل هذه اللوحه الرئيسيه وعلينا هنا ان نحدد انه لايجب ان يكون المفتاح (القاطع) الكهربى او المصهرات فى الحالات المماثله ذو قدره اعلى من الكابل الرئيسى الواصل عن المصهرات وحتى اللوحه الرئيسيه لان هذه المصهرات هى الواقى الاساسى لهذا الكابل الرئيسى الداخلى ويجب ان ننتبه له ولانفرط فيه مثل ما هو وارد فى الشكل رقم ٧-٨ حيث يبين ان الكابل يحصل على التيار من العداد ولذلك تقع مسئوليه حمايته على المهندس المختص .

اللوحه الرخاميه



الشكل رقم ٧ـ٨ : الترتيب التسلسلى لتغذيه لوحه التوزيع الرئيسيه فى الموقع

اما بالنسبه للقاطع الموجود فى اللوحه الرئيسيه فانه يحمى كل ما يدخل بعد ذلك ولايقى هذا الكابل من ايه اخطار ولذلك لايمكن الاعتماد عليه فى ذلك الصدد بينما يحمى هذا القاطع كل ما هو تالى فى الشبكه الكهربيه سواء كان الحمل صغيرا او كبيرا وليس الحمل فقط بكل المكونات الداخليه والداخله فى الشبكه الكهربيه الداخليه بما فى ذلك ايه كابلات اخرى ولكن هذا الكلام عباره عن حمايه عامه وغير محدده وقد يحدث الا يتمكن هذا القاطع من قطع التيار او الاحساس بخطورته اذا كان موقع القصر بعيدا عنه وغير محسوس القيمه به .

نرى فى (شكل رقم ٧-٩ ص: ١٧٥) منظرا للوحات التوزيع الرئيسيه حيث يكون صندوقا مغلقا ولايمكن فتحه الا عن طريق المسئول حرصا على حياه العاملين وعدم

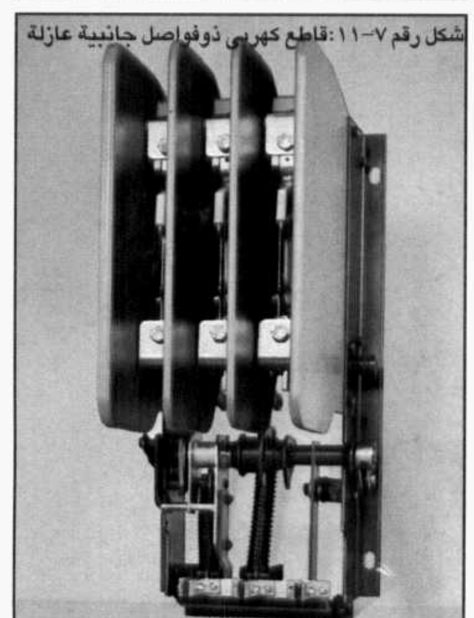


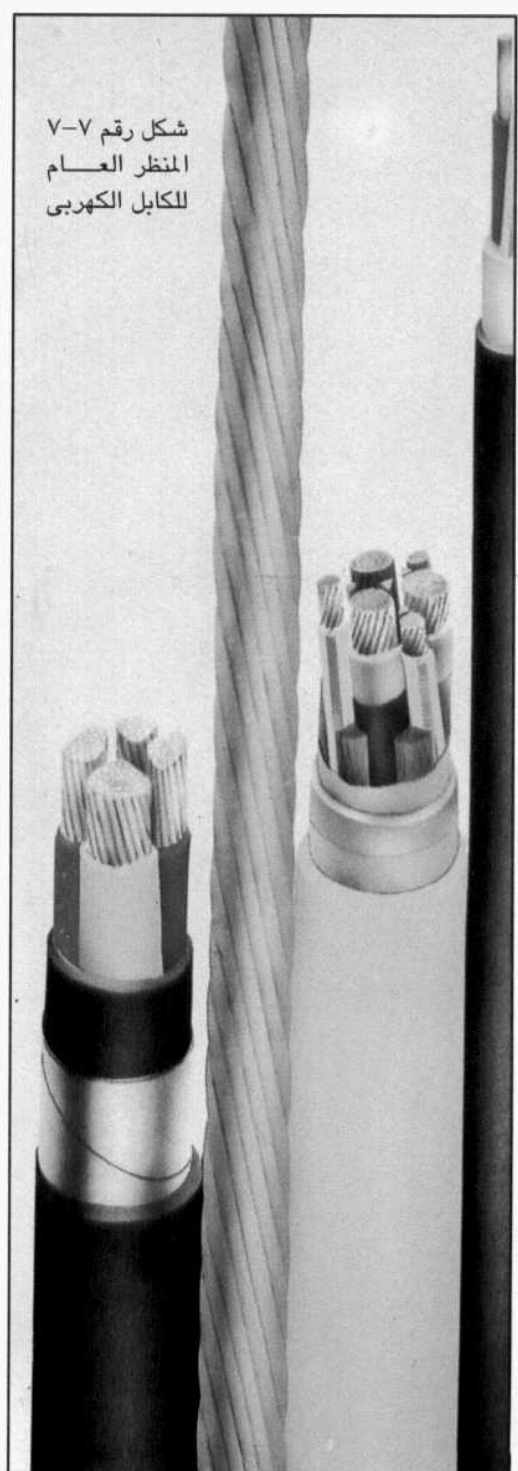
شكل رقم ٧-٩: شكل الوحات التوزيع الرئيسية



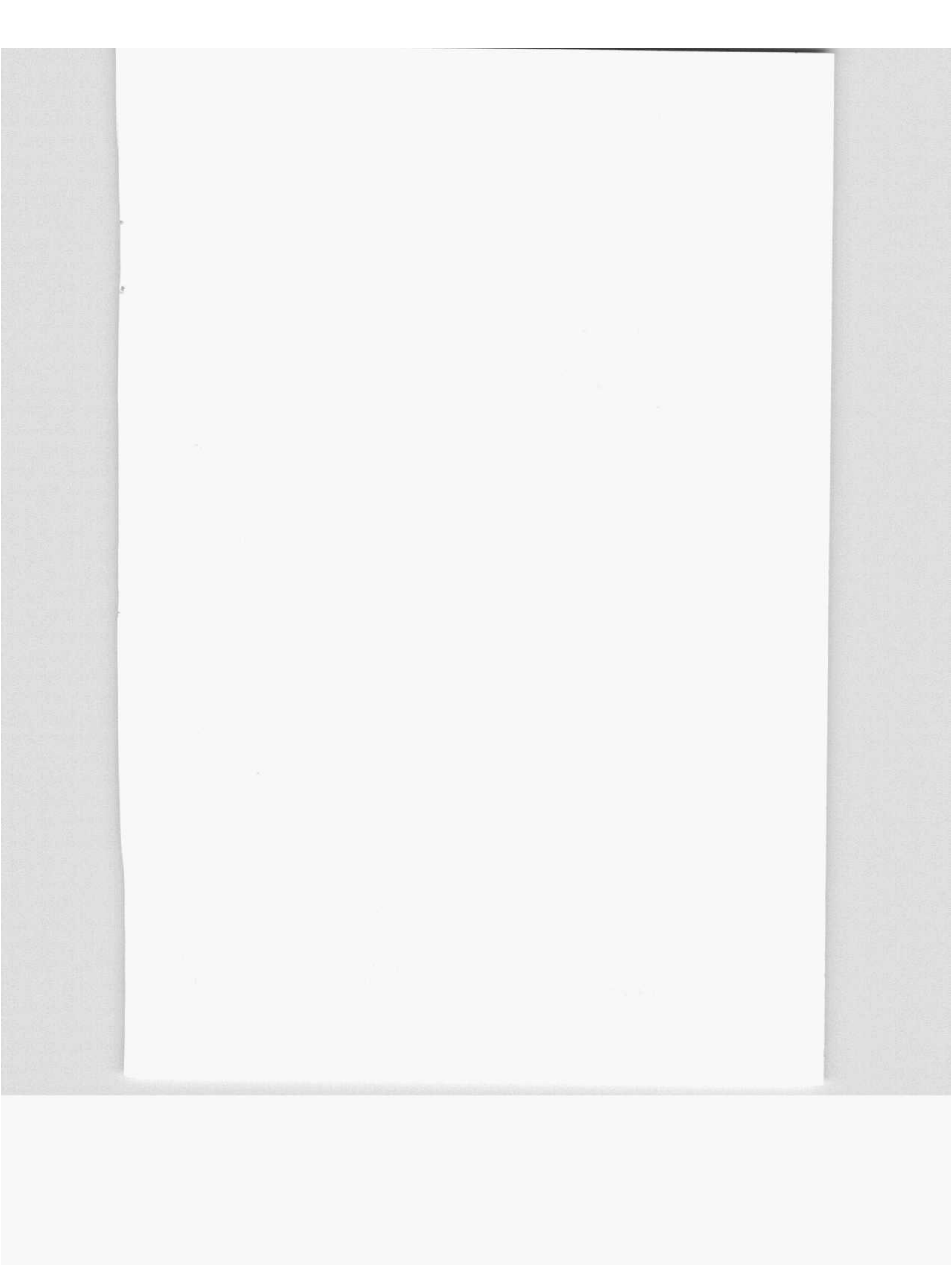
شكل رقم ٧-١٠ : القواطع الكهربيه جهد متوسط

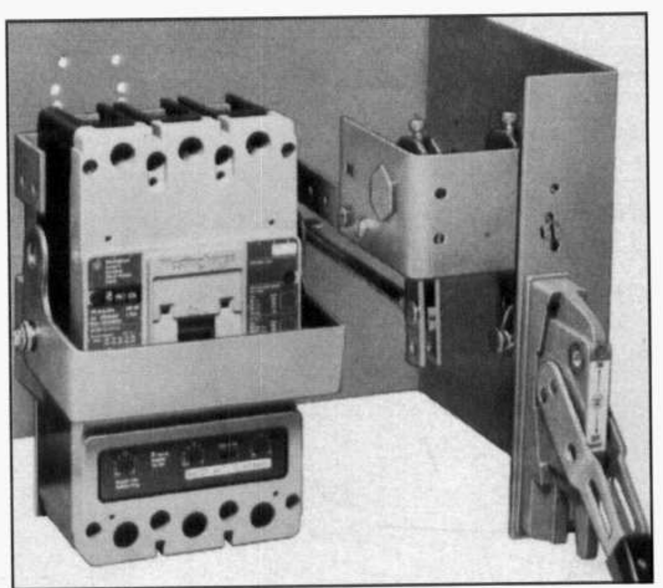
شكل رقم ٧-١١: قاطع كهربى ذوفواصل جانبية عازلة





شكل رقم ٧-٧
المنظر العـــام
للكابل الكهربى





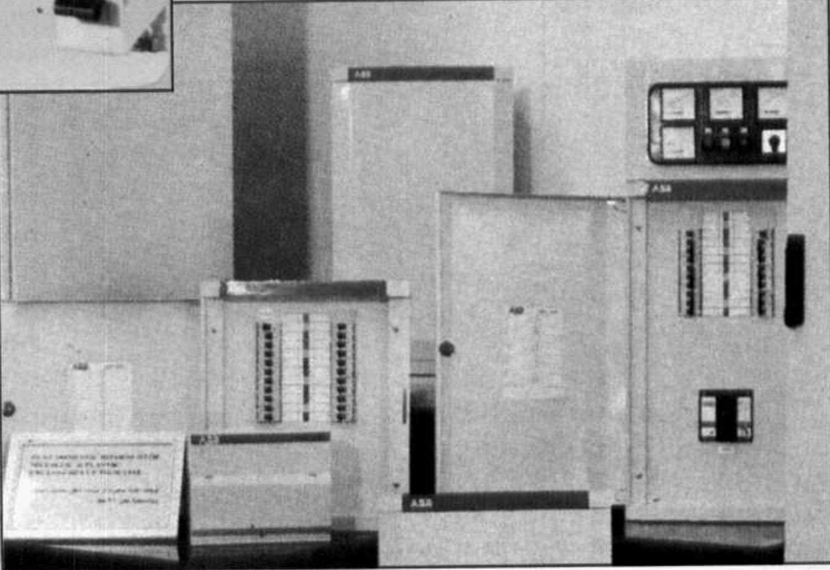
شكل رقم ٧-١٣ : قاطع ثلاثى ٣٨٠ فولت



شكل رقم ٧-١٢
لوحة توزيع عمومية
ذات توزيع عـــالى

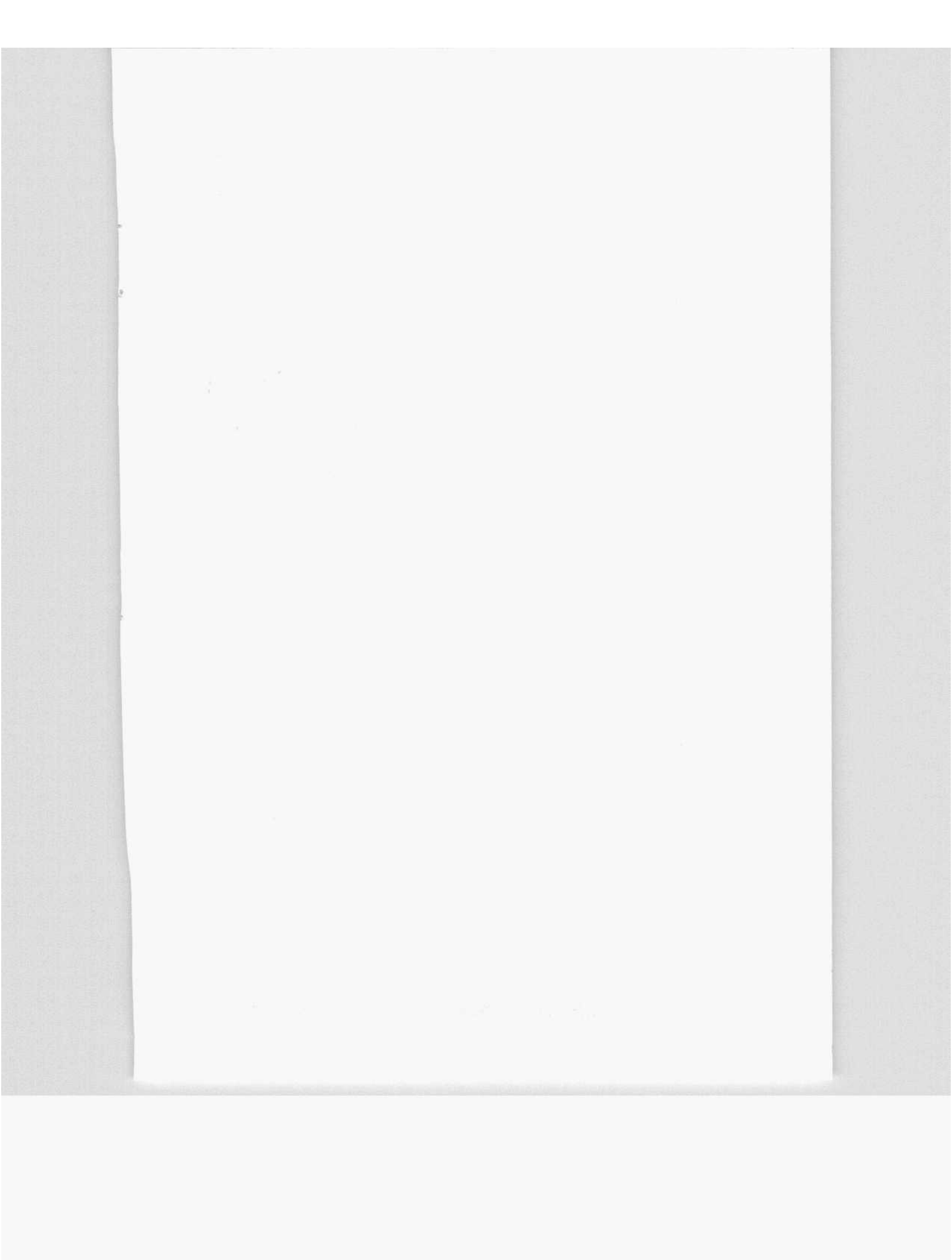
شكل رقم ٧-١٤
القواطع الكهـربية
وحيـــدة الطور
٢٢٠ فولت







شكل رقم
٧-١٨
بعـــض
لوحـــات
التـــوزيع
المستخدمـة



التـلاعب بمصدر التغـذيه الكهربيـه للامـاكن المختلفه فى الموقع وهذه اللوحـات تخضـع للمواصفات القياسيـه سواء المحليه او العالميه وهى فى حقيقـه الامر تعتمد على القضبان ومدى تحملها للتيار الاقصى والمسافه البينيه العازله وكفاءه العزل كهربيا وامنيا بجانب المتانه الميكانيكيه تبعا للاحوال .

وجدير بالذكـر ان مقاسات ونوعيـه المعادن المستخـدمه وكذلك اللوازم المسـاعده للربط والتركيب والتقفيل والمنظر واللوحـات الارشاديـه وغيرها من الشروط الهندسيه الواجبـه وليست كماليه تخضـع للمـواصفات القياسيه ولايجوز تجاهلهـا او غض النظر عنها وكل هذه المواصفـات والابعاد ونوعيـه المعـادن تتحدد فى الكتـالوجـات الفنيه التى تصـدرها الشركه المصنعه .

اولا : لوحه التوزيع الرئيسيه MAIN SWITCH BOARD

تتكون لوحه التوزيع الرئيسيه من :

١ـ قاطع التيار الرئيسى (main circuit breaer)

والمغذى للتيار فى هذه المنطقه ويجب ان تغطى قـدره هذا المفتاح او القاطع جميع الاحمال فى كل الاوقـــــات وتحت اى ظـروف ويبين الشكل رقم ٧-١٠ (ص: ١٧٥) شكلا لاحد القـواطع الكهربيـه كبيره المقنن والتى تستخـدم فى مثل هذه الاماكن على الجهـد اعلى من التوزيعى وهو ١١ك.ف مثـالا لتوضيح شكل المفتـاح المتحرك الذى يخرج من مكانه عند الفصل .

٢ـ القضبان الرئيسيه (main busbars) وهى عاده تنحصر فى :

* القضبان الثـلاثه للاطـوار الثلاث (the three phase busbars) وتصنـع من النحـاس جيد التـوصيليه كهربيا وتعتمـد مساحته على الكثافـه الكهربيه ومدتها وتكون مسـاحة مقطعه مستطيله الشكل وتتحمل التيار التصميمـى الاقصى فى اسوأ الحالات ويتم تثبيته كما نرى فى الشكل رقم ٧-١١ (ص: ١٧٥) على عازلات بمستـوى عزل اعلى من المستوى التشغيلى ومقداره ٣٨٠ فـولت كمسافه بينيـه بين الاوجه وهى عـاده تتوزع على المناطق الداخليـه فى الشبكه حتى تتساوى على وجـه التقـريب وبقدر الامكان فى كل الاوقـات بين الثلاث اوجـه هذه والقضبان هنا لابد وان تثبـت جيدا من جهه واحـده بينما يترك الطرف الاخـر من هذه القضبـان مـربوطـا ولكن بشكل يسمح للسيطره على التمـدد والانكماش الحادث فى هذه القضبان نتيجه سريان التيار الكهربى او انقطاعه على التوالى كى لا تنبعج القضبان النحاسيه.

كما لايفوتنا أن نبين الشكل العام للقضبـان فى الجهد ٦٦/٣٣ك.ف وهى التى تأخذ شكل المـاسوره التى تستند على حامــل support شكل رقـم ٧-١٢ (ص : ١٧٧) بينما يأخـذ القضبان فى الجهـد الاقل الشكل العام فوق لوحـات التوزيع المتراصـه جنبا الى جنب من اعلى القاطع كما يقدمها لنا الشكل رقم ٧-١٣ (ص: ١٧٧).

* **قضبان الارضى والتأريض** (earthing busbar) : يتم توصـيلها بالتأريض المحـــلى بالموقع فى حـاله وجوده حيث يرمى بالموقع مـوصل نحاسى جيـد طويل فى باطن الارض عمقـا ويكون هذا القضبـان من اهم مـا يكون فى المدارس الصناعيه والفنيـه وفى حـالات المعامل حمايه للافراد مـن الصعق بجهد التلامس **touchvoltage** او حتى التكهرب نتيجه له وقد اتجهت الهيئه العـامه للابنيه التعليميه الى التركيز على هذه العمليـه كنوع جوهرى لحمايه التلاميذ المتعاملين مع شتى الاجهزه فى كافه المدارس .

* **قضبان نقطه التعادل** (neutral busbar) وهى تلك القضبان التى تستقبل مجموع التيارات فى القضبان الثلاثه والممثله لتيارات الاوجـه وكذلك مجموع الجهد عليهم وتكون قيمته صفـريه اذا تماثلت الثلاث اوجه تحميـلا ويصبح ذات قيمه غير صفـريه اذا تباين احد الاوجه او كلهم وتزيد قيمه التيـار التعادلى كلما ارتفعت نسبه عدم التماثل بين الاوجه الثلاثه وتحدد المواصفات كيفيه توصيل هذه النقطه مع نقطه التأريض المحلى كى تساعد على جعل الجهد بنقطه التعادل صفريا .

٣ـ قواطـع التـيار المختلفه (different breakers and switches) لتغذيه القطاعـــات الكهـربيه التى تتبع اسلـوب التصميم لتنفيذ الشبكه فى امـان تام وتبعـا لحاله الموقع من مبان داخليه او ملاعب او صالات او مطاعم او فصول دراسيه لتغطيه التصميم الكهربى المناسب والذى ينقلنا الى وضع الرسم الخطى للمنطقـه ككل ويظهر فى الشكل رقم ٧-١٤ (ص: ١٧٧) بعضا من هذه القواطع وحيدة الطور والتى تغطى الاحمال النمطيه فى الابنيه التعليميه والشكل رقم ٧-١٣(ص: ١٧٧) يقدم المفتاح الثلاثى.

٤ـ اجهزه البيـان الاشـــاريه (indicating lamps) وهى تتمثل فى لمبه صغيره حمـراء تشير الى تواجد الجهد على القضبان الرئيسيه من عدمه حيث اضاءتها تعنى وجود الجهد وبذلك يجب ان تكون هنـاك ثلاث مصـابيح اشـــاريه (واحـده لكل وجـــه و قـد تتلون المصابيح بالالوان القياسية للاوجه) حيـث انه فى بعض الاحيان قد يصل الجهد على وجه واحـد او اثنين بالرغم من انها حـالات نادره الا انها من الناحيـه الهندسيـه ممكنه ولذلك يحظر استخـدام لمبـه اشاريه واحـده ويلتـزم المصمم بوضـع ثلاث مصابيح اشاريه كما سبق ايضاحه .

٥ـ اجهزه القياس(measuring instruments) وهى ضرورية للمتابعه الفنيه والهندسيه من حيث التحميل ويجب ان توضع على كل وجه اجهزه قادره على قياس الكميات المطلوبه للمتابعه وهى :

***جهاز امبيرومتر على كل وجه** (amperometer)

***: جهاز فولتميتر** واحد بمفتاح اختيـارى واحـد voltmeter with selector switch له ثلاث/اربع اطراف لقياس الجهد على الثلاث اوجه .

* **جهاز قراءه كيلووات ساعه** (energy meter) على كل او بعض الاوجه عند الضروره لمتابعه القراءات الاستهلاكيه لقطاع معين داخل الشبكه الداخليه للابنيه أو للشبكة ككل.
* **جهاز الوقايه ضد التسرب الى الارض** earth leakage relay .
٦- **قفل مانع للتلاعب** door lock ولايجوز تداوله بين الافراد غير المختصين .
٧- **العلامـه التحذيريـه منعا للاقتراب** danger mark وهى علامـه تحذيريه لكل من لا علاقه له بالعمل فى محتويات اللوحه .

ثانيا :توزيع الاحمال LOAD DISTNBUTION

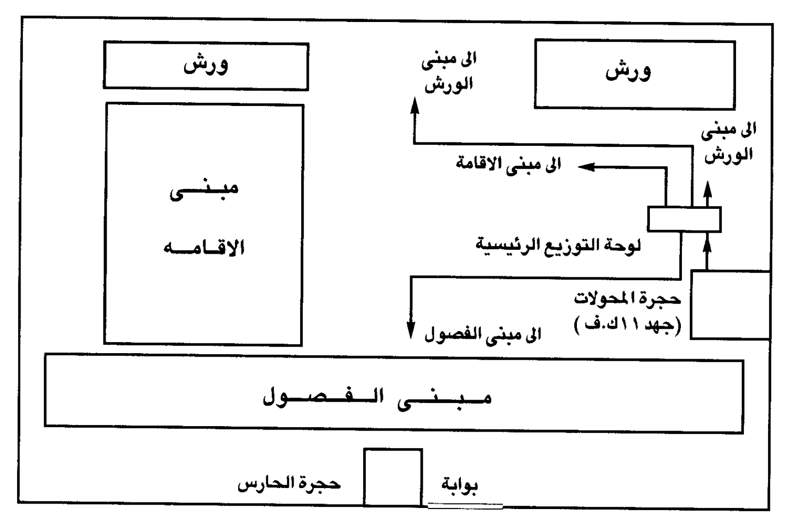
تتطور عمليه التصميم للدوائر الكهربيه المكونه للشبكات الكهربيه داخل الابنيه التعليميه وطبقـا للمواصفـات يكون التوزيع الامثل للشبكه الكهـربيـه لمدرسه مكونه من عـدد من المبانى مـوزعه على مساحه كبيره مثل مـا هو مبين فى الشكل رقم ٧-٢٠ على سبيل المثال من اجل التوعيـه والتحليل حيث تكون المبانى متراميه الاطراف غير ان المبانى الفعليـه قد تزيد عن ذلك فى بعض الاحيان وقد تقل ايضا تبعا لنمط المدرسه وعدد الفصول الدراسيه بها واذا كانت مدرسه عاديه ام داخليه .

من هذا الشكل العام نستطيع ان نرى الدخول الاساسى من الشبكه الكهربيه فى الحى الى محطه محولات محليـه تخص المبنى التعليمى وحـده ويكون الدخـول اليهـا على الجهـد ١١ك.ف حيث يتم من خلال المحـولات او المحول الموجود تبعـا للقدره المطلوبه بتخفيض الجهـد لنفس القدره الى جهـد الاستهـلاك المعتـاد فى الابنيه التعليميـه وهو ٣٨٠ / ٢٢٠ فـولت ويكون هذا الخروج الى اللوحـه الرئيسيـه المبينـه على الرسم فى منتصف اليمين بجانب السور .

يعطى الشكل تقسيما للمبان فى توزيع متبـاعد ولذلك يلزم وضع لوحه توزيع فـرعيه لكل مبنى داخل الموقع لتكون رئيسيه للتوزيع داخل المبنى الفرعى وهذه المبانى هى :

١- **مبنى الفصول** ويشمل عددا نمطيـا من الفصول الدراسيـه والمكتبه والمعـامل بكافه انواعها والمكاتب الاداريه لهيئه التدريس واداره المدرسه والمخازن .
٢- **مبنى الاقـامه** ويشمل غـرف الاقامـه الطلابيـه والاشرافيه وكـذلك المطاعم والمطابخ والثلاجات بالاضافه الى صالات الاطلاع والاسترخاء .
٣- **مبنى الورش** ويشمل كـافـه انواع الورش النمطيـه وتعتبر هذه هى اكبر الاحمال الكهربيه على وجه الاطلاق فى المدارس .
٤- **مبنى الورش** وهو مثيل لسابقه ويجوز عمل التقسيم للورش من حيث المبانى وكذلك بالنسبه للاحمال الكهربيه نتيجه تعاظمها .

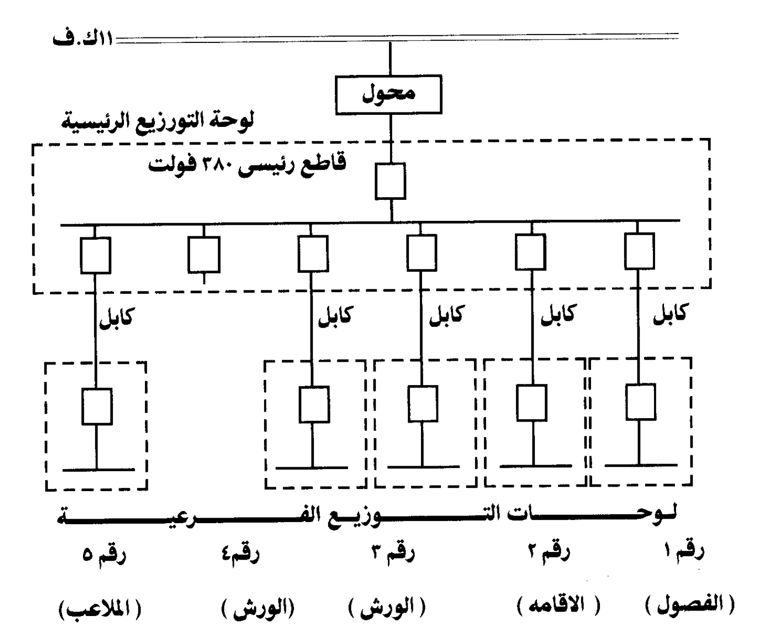
يجوز ان نخصص لوحـه توزيع واحـده لكلا من مبنى الورش الا انـه يفضل من حيث المرونه فى التشغيل والصيـانه وقد يكون ايضـا فى التكلفه ان نتحول الى تخصيص لـوحة توزيع فرعيه لكل مبنى على حده خصوصا وان الاحمال عاليه للغايه ويرتفع سعر القاطع



الشكل رقم ٧ - ٢٠ : التوزيع الارضى للمبان داخل مجمع تعليمى كبير

الكهربى للاحمال العاليه بصوره هائله بالاضافه الى رفع قيمه الاعتماديه فى حاله تخصيص لوحه توزيع لكل مبنى مستقل .

اما عن تصميم الرسم الخطى للمبنى ككل فانه بعد تحديد مواقع لوحات التوزيع الفرعيه الاربعه يكون لزاما علينا ان نستخدم كابلات مناسبه لتصل مباشره من لوحه التوزيع الرئيسيه الى كل لوحه فرعيه على حده ولايفضل ان يشترك عددا من المبانى فى كابل واحد حتى ترتفع قيمه الاعتماديه فى هذه الحاله ويعطى الشكل رقم ٧-٢١ الرسم الخطى لهذا التصميم على انه يجب توصيل الكابلات خطا مستقيما بين اللوحه الرئيسيه وكل لوحه توزيع فرعيه ولكن الرسم قد يستخدم خطوطا غير خط مستقيم واحد اذا كان هناك مانعا اثناء التنفيذ فيتحول الوضع الى خط متعرج .



الشكل رقم ٧-٢١ : الرسم الخطى لتوزيع الاحمال الرئيسيه داخل الابنيه التعليميه

نلاحظ من الرسم الخطى بالشكل رقم ٧-٢١ظهور لوحه توزيع فرعيه بالنسبه للملاعب والسور والاضاءه الخارجيه والخدمات العامه ولذلك تم تخصيص لوحه توزيع مستقله لها حيث انه من الممكن ان تكون هذه الاحمال ذات قيمه ليست بالقليله ولايجب ان تضاف على اى من اللوحات الفرعيه الاربعه الاخرى وتكون هامه فى حالات الخدمات العامه فى الاحواش المدرسيه .

يبين الرسم ايضا انه يلزم وضع قاطع كهربى على سبيل الاحتياط فى لوحه التوزيع الرئيسيه حتى يكون جاهزا عند الاحتياج ودون الحاجه الى اضاعه الوقت فى البحث عن مفتاح بديل اذا ما تعطل اى من القواطع الموجوده فعلا وهذه الحاله تعتبر حاله تشغيل طارىء ويمكن ان يستعمل القاطع حتى اذا كان المقنن له اقل من المطلوب الى ان يتم اجراء الصيانه اللازمه وتعود الحاله الى الاستقرار والتشغيل العادى وهذا سوف يوفر ضمان التغذيه السريعه فى الموقع .

على الجانب الاخر نجد ان الكابل الواصل بين لوحه التوزيع الرئيسيه ولوحه التوزيع الفرعيه عند كل مبنى يقع بين قاطعين يجب ان يتساوى كلا منهما مع الاخر من حيث المقنن ومستوى قطع التيار ولكنهما لايحميان الكابل بل احدهما فقط هو الذى يحمى

الكابل وهو ذلك القاطع الذى يتـواجد قبل الكابل اى فى لوحه التـوزيع الرئيسيه ولايجوز من الناحيه الهندسيه الاعتماد على القـاطع بعد الكابل لانه لايحميه على الاطلاق بينما من المتوقع دائما حدوث القصر فى الكابل وتكون النتيجه اما التشغيل الالى للقاطع الرئيسـى فى الموقع او احتراق الكـابل او كلتـــا الحالتين ويكـون الخطأ على التصميم فى هـذه الحاله ويشـترك معــه المهندس المنفـذ والمشرف على التنفيـذ بالاضــافـه الى المهندس المشرف على التشغيل فى المدرسه لانه بذلك يكون غير واعيا للعيـوب الكهربيه فى الشبكه التى يقوم على تشغيلها وصيانتها .

امـا عن القاطع بعـد الكابل فيعتبر القاطع الـرئيسـى فى اللوحه الفـرعيه المركب فيهـا وهو ضرورى ولايمكن الاستغناء عنه والا يصبح خلـلا فى التصميم او التشغيل ايضـا ويجب ان يكون له المقنن المحدد او يزيد بينما القـاطع قبل الكابل لايجوز ان يزيد فيه المقنن كما هو بالنسبـه للقـاطع بعـده ذلك انه من الهام ان يكون القـاطع واقيـا للكابل من حـدوث الانهيـار نتيجـــه التشـغيل الخاطىء فما بالنا بالتشـغيل السليـم والذى يتمثل فى التحميل الزائد للكابل والذى لايمكن ان يلمسه القاطع الااذا كان مناسبا تماما لمقنن الكابل .

بالانتقال الى لوحــه التوزيع الفرعيه فكل مـا فيها تكرارى لما هو متواجـد فى الرئيسيه من حيث ضروره توافر مفتاح (قاطع) لكل حمل مستقل كما ان اللوحه يدخل اليها التيار من خلال القـاطع فى نهايه الكابل وهو بدوره يوصل الى القضبان الرئيسيه فى اللوحـه مثل ما ذكر عن اللوحه الرئيسيه ومنها ينطلـق التوصيل الى المفاتيح المتعدده الى الجهات المطلوب تغذيتها بالتيار وبشرط ان يكون المقنن لكـل مفتاح واقيا للاحمال فى نهايه المغذى وعلى ان يكون قادرا على الاحساس بتيار التحميل الزائد فى بعض الحالات وليست كلها .

ثالثا :الدور الارضى FLOOR

نشير الى الشكل العام الخاص بلوحه التوزيع الرئيسيه السابقه او بالنسبه لشبكات التـوزيع عمومـا مثل ما نتحـدث هنا عن الابنيه التعليميـه بان نظام القضبان المفـرد هو السائد والمتواجد اضافـه الى الاستغناء عن اسلوب السكاكين قبل وبعد القواطع الكهربيه فى تصميم الشبكات التـوزيعيه للطاقـه داخل الابنيه التعليميـه حيث انه لالزوم لمثل هذه السكاكين للاسباب التاليه :

١ـ التكلفـه الاقتصاديه العـاليه اذا استخـدمت هذه السكاكين قبل وبعد القـواطع حيث نحتاج الى مكان مزيدا التكلفه وزياده القضبان ومـا يستلزمه من ثمن واضافه توصيلات وسكاكين نحن فى غنى عنها للتبسيط من جهه والاقتصاد فى التكلفه من الجهه الاخرى .

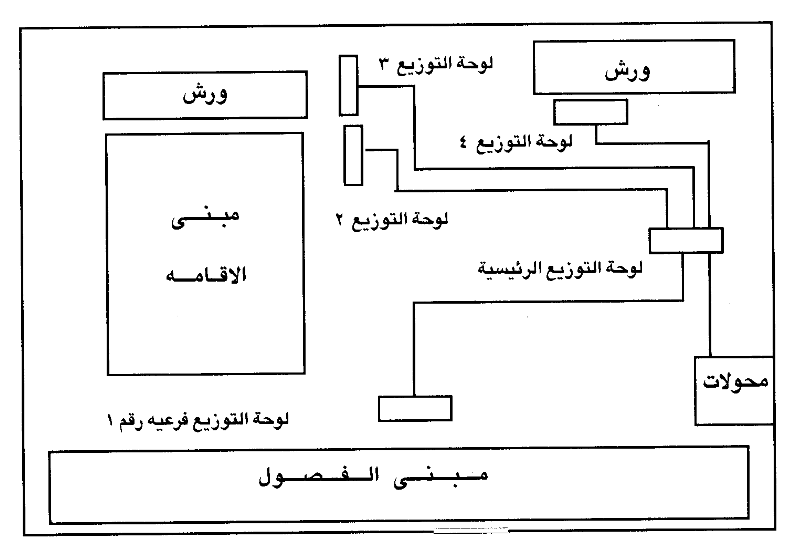
٢ـ عدم الاحتيـاج الضرورى والملح لعدم انقطاع التيار على الاطـلاق حيث ان التغذيه تتم عند اللزوم وليست دائمـــه الطلب كما انها وقتيـه ومـوسميـه وتخضـع لنظم منحنيـات الاحمال وان كان من الممكن الحصـول على منحنيات احمال قيـاسيه للمـدارس او الابنيه التعليميه على وجه العموم .

٣- تواجد سلسله متتابعه من القـواطع التى يمكنها القيام بذلك والاحلال محل السكاكين اذا ما كـانت هناك صيانه لازمه فمثـلا اذا كان المطلوب اجراء صيـانه فى المفتاح الرئيسى الموجود فى لوحـه توزيع فرعيـه فيمكن استخدام القـاطع الفرعى السابـق للكابل المغذى لهذه اللوحه الفرعيه من اللوحه الرئيسيه بالموقع اما اذا كان اللازم اجراء صيانه فى مفتاح فرعى فى لوحه فرعيه فيمكن الاعتماد على المفتاح الرئيسى فى نفس اللوحه .

٤- عدم توافر الاماكن التى تتلاءم مـع حجم وصغر الاحمال والطاقه على وجه العموم اذا قورنت بقرينتها فى محطات الكهرباء المختلفه والمشار اليها من قبل .

من واجبنا التـوضيح بـان القـاطع الوحيـد الذى يحتـاج الى مثل هـذه النظم هو القـاطع الرئيسى فى لوحه التوزيع الرئيسيه بالموقع ولكن التكلفـه بجانب عدم الاحتياج الدائم لها يعطينا الفرصه كى نعتمد على استخدام المصهرات الرئيسيه المبينه بالرسم رقم ٧-٨ وان لم تكن مـوجوده لاى سبب من الاسبـاب فانه يمكن اللجـوء الى فصل التيار والجهـد عن الموقع من المنبع وبالطرق الصحيحه المتبعه فى هذا الشأن ومن خلال المختصين .

نصل الان الى نقطه اختيـار الموقع المناسب لتركيب لوحـه التوزيع الفـرعيه وفى الحقيقـه فانها لابد وان تكون فى الدور الارضى من حيث المبـدأ ثم يتم الاختيار كما مبين فى الشكل رقم ٧-٢٢ بناءا على الاسس التاليه :

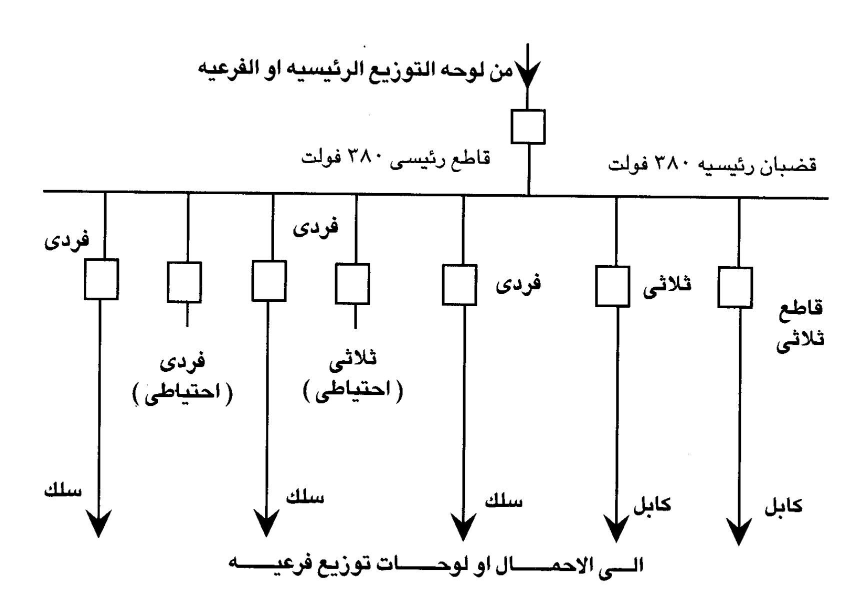


الشكل رقم ٧-٢٢ : الشكل العام لمواقع لوحات التوزيع الفرعيه

١ـ مركز الاحمال فى المبنى ككل .
٢ـ تواجدها فى مكان يعلوه ما يسمح باستكمال التركيبات الكهربيه للادوار الاعلى جميعا وبلا استثناء .
٣ـ قربه من باب الدخول بقدر الامكان وعـاده ما يكون بجوار السلم او خلفه احيانا حتى لاتمنع الرؤيه الجماليه للمبنى .
٤ـ يعطى اقصر المسافات المتاحه بين لوحه التوزيع الرئيسيه وبينها .

من المعروف ان هناك تنوعا فى لوحات التـوزيع الفرعيه بين الشركات المصنعه بل وفى ذات الشركـه الواحـده ويعـرض الشكل رقم ٧-١٨ (ص: ١٧٧) بعضا من هذه اللوحات التى تستخدم منها العديد ومن غيرها فى الابنيه التعليميه .

بالنسبه للشكل الكهربى الخاص بلوحات التوزيــع الفرعيه فان الرسم الخطى يتحدد كما هو وارد فى الشكل رقم ٧ـ١٩ حيث لاتحتوى لوحـات التوزيع الفرعيه على اجهـزه قياس فى اغلب الاحيان ولكنها يجب ان تبرز لمبه البيان لتواجد الجهد فى اللوحه كما يستلزم الامر وضـع اللوحه التحذيريه واستخدام المفتاح لقفل الباب الخاص بها .

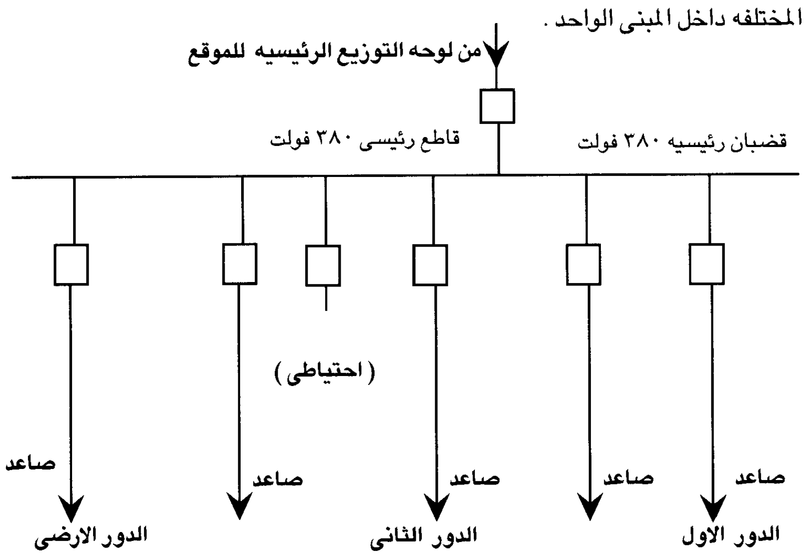


الشكل رقم ٧ـ١٩ : الرسم الخطى عموما للوحه توزيع فرعيه

يظهر فى الرسم قـاطع احتياطى مفرد واخر ثلاثى امـا بقيه القواطع فاما فـرديه او ثلاثيه على عكس ما كـان موجـودا فى لوحه التوزيع الـرئيسيه فكانت كل القواطع ثـلاثيه ولذلك تأتى الدراســـه التى تمت فى الفصلين الاول والثـانى بثمارها لتـوضيـح كيفيـه توصيل المفـاتيح المفرده على الاوجـه المختلفه من اجل الحصـول على احمال متماثله ليظل النظام الكهربى اثناء التشغيل متماثلا ويعطى اقـل درجه خطوره وافضل اسلوب تشغيلى ولذلك يتم التوزيع هذا بناءا على نوعيه الاحمال وشكل منحنى الحمل القياسى له .

رابعا : الادوار العليا HIGH FLOORS

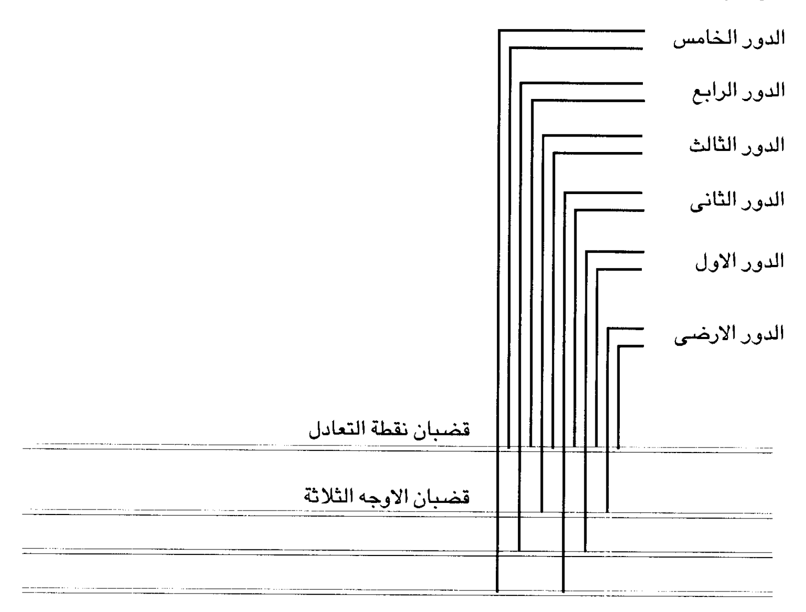
تبـدأ عمليـه توزيع الاحمال مـره اخـرى من الدور الارضى الى باقى الادوار العليـا بذات المبنى ويجب ان يكون التـوصيل الكهربى من لوحـه التـوزيع الفرعيـه للمبنى وعاده مـا تكون هى الرئيسيـــه الى باقى الادوار بما فى ذلك الدور الارضى وتكون لوحـــه التـوزيع الفرعيـه داخل المبنى بالدور الارضى عباره عـن وصله بين اللوحه الرئيسيـه للموقع والى الادوار المختلفه بـا لمبنى كما هو موضح فى الشكل رقم ٧-٢٣ وهنا نتـوقف حيث نرى ان التوزيع هنا ايضا مثل اللوحـه الرئيسيه ثلاثيه الاوجه وتنقل الطاقـه الكهربيه الى الادوار المختلفه داخل المبنى الواحد .



الشكل رقم ٧-٢٣ : الرسم الخطى لتغذيه الادوار من لوحه توزيع فرعيه للمبنى

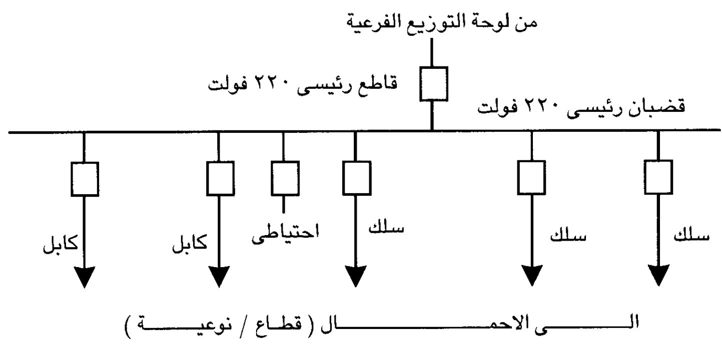
تظهر التوصيلات ان لكل دور صاعد خاص به وليس كابل والصاعد عباره عن موصل نحاسى مثل القضبان النحاسيه او اسلاك نحاسيه بديله له ويفضل ان تكون معزوله اذا ما كانت عرضه للاقتراب من الافراد اما بالنسبه الى لوحه التوزيع ذاتها فتحصل على التغذيه مباشره من لوحه التوزيع الرئيسيه للموقع وتستقبلها بقاطع تيار رئيسى فالى القضبان الرئيسيه ثم الى قواطع تتصل بالصاعد لتنقل هذه التغذيه الى الدور المختص كما نلاحظ تخصيص لوحه توزيع للدور الارضى وليس من خلال لوحه توزيع المبنى بالرغم انه من الممكن فنيا وهندسيا ان تكون لوحه التوزيع للمبنى شامله لاحمال الدور الارضى وبذلك تأخذ الشكل رقم ٧-١٩ ولكنه من المفضل عاده تخصيص لوحه كى تصبح نمطيه كما هو معمول به فى الابنيه التعليميه .

اما عن الصاعد ذاته فياخذ الشكل الخطى المبين فى الشكل رقم ٧-٢٤ حيث يكون مغذيا مستقلا لكل دور و لا يحبذ الاشتراك معا حتى فى صاعد الارضى اذا كان هناك الاحتياج الى احمال ثلاثية فى تلك الادوار مثل حالات الورش و المعامل و تعتمد على اسلوب اللوحات النمطية فى الشكل رقم ٧-١٨ فى هذه الحاله ولكن اذا ما كانت الاحمال فردية الوجه فيكون الصاعد كما هو مبين فى الشكل رقم ٧-٢٤ حيث يكون الاستقلال التام بين الادوار و الصاعد لكل منها .



الشكل رقم ٧-٢٤ : الرسم الخطى للصواعد من اجل توزيع طاقة الاداوار على الاوجه

من هنا نصل الى ابسط اشكال التـوزيع الكهربـى فى لوحات التـوزيع الفرعيـة و هى تلك المخصصـه للـدور حيث انه من الواضح ان اللوحـــه بها وجـه على ذلك يصبـح المفتـاح الرئيسى لها (الشكل رقم ٧–٢٥) مـن الطراز المفـرد و ليس الثـلاثى و يجب ان يتحمل القدره التصميمية القصوى و يدخل بعد ذلك كالمعتاد الى القضبان الرئيسية و هى فى هذه الحاله عباره عن قضبان الوجه المحـدد للدور و قضبان نقطة التعادل (الصفرى) و يتم توزيع القدرات الى الاحمال عن طريق قواطع مفرده ايضا تخصص تبعا للتوزيع المتبع فى هذه الحاله .

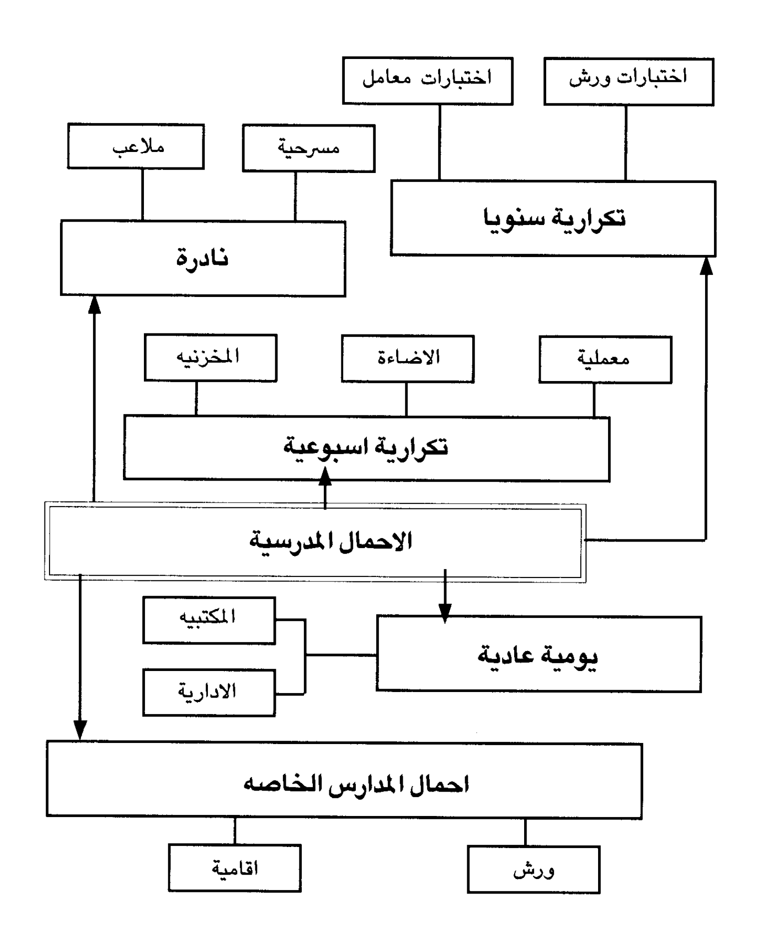


الشكل رقم ٧–٢٥ : الشكل الخطى بلوحة التوزيع فى احد الادوار

عـادة ما يتم توزيع الاحمال على المفـاتيح الفـردية طبقـا لنوعيتها فيكون واحـد او اثنين للاضـاءة و قـاطع يخصص للبرايز و اخـر يخصص لتشغيل اجهـزة و غيرها للمخـازن وهكذا بينما يوجـد اسلوبا آخـرا فى التـوزيع عن طـريق تقسيم الدور الى قطاعـات و يتم تغـذية كل قطاع عن طريق قطاع محدد و اخيرا هنـاك اسلوب الدمج بين هاتين الطريقتين بمعنى ان يتحـدد قطاعـــات و لكل قطاع عـددا معين من القـواطع كـل منهم يختص امـا بالبرايز او الاضاءة او الفصول او الطرقـات و هكذا نحصل على افضل الانظمه التى يجب ان تتبع حتى ترتفع قيمة الاعتمادية reliability و تعطى من المرونـه عند حدوث الاعـطال حتى لا يعم انقطاع التيار عن كل ما هو مثيل .

٧–٣ : الاحمال الكهربية ELECTRIC LOADS

من المفيد ان الابنية التعليمية تعتمد على عددا من الاحمال النوعية التى تتكرر بصفة دائمه و التى قد نطلق عليهـا هنا تسمية الاحمال التعليميـة القياسية و هى تتبـاين من مكان الى اخر من حيث اذا ما كان المكان تقليديا او غير عـاديا او ذات نوعية خاصه الى غير ذلك من اساليب التصنيـف و على وجه العموم يمكننا ان نصل الى تقسيم محدد لبعـض النوعيات للاحمال التعليمية (القياسية) كما هو محدد فى الشكل رقم ٧–٢٦ مثل :



الشكل رقم ٧-٢٦ : الشكل الصندوقى لانواع الاحمال فى المدارس

١ ـ احمال ادارية (المكاتب ـ السكرتارية ـ الاشراف)
٢ ـ احمال مخزنيه (مخازن الكتب ـ مخازن الادوات و المهمات المدرسيـة مثل الموسيقية و الفنية و الاذاعية و غيرهم)
٣ ـ احمال اضاءة (الطرقات ـ الفصول ـ المداخل ـ الاسوار ـ الملاعب ـ المكتبه)
٤ ـ احمال ورش (صناعية ـ كهربية ـ خزفية ـ تكنولوجية)
٥ ـ احمال معملية (الطبيعة ـ الكيمياء ـ البيئة ـ اللغات ـ الكمبيوتر ـ التكييف و التهوية)

٦ ـ احمال مكتبية (الكمبيـوتر ـ اجهزة الميكروفيش و الميكروفيلم ـ الات عـرض ـ اجهزة الكترونية مثل الفيديو و التلفاز و الراديـو و المسجل فى المكتبات الحديثة ـ وسائل الميكنه المكتبية)
٧ – احمال اقـامية (حجـرات نوم ـ دورات مياه ـ العيـادة ـ قاعــات الاطلاع ـ المطاعم ـ المطابخ ـ المغاسل ـ الثلاجات ـ الاشراف ـ النادى الترفيهى)
٨– احمال مسرحية (الاضاءة ـ الاذاعة ـ الترجمه الفورية ـ التكييف)

و جـدير بالذكـر ان هذه الاحمال غير يوميـة على مدار العـام و قـد تكون غير تكرارية فى الاسبوع يوميا بل فى اغلب الاحيـان انها ثابته يوما اسبوعيـا على مدار العام الدراسى مثل الاحمال المعملية و الورش بينما هناك التكرارية يوميا مثل الاحمـال الاداريـة و المكتبيـة و الاقامية و الاضاءة و هناك ما هو نادر الحدوث مثل الاحمال المسرحية و الملاعب و على نقيض كل ما قيل الان نجد ان احمال الورش قد تبلغ الذروه مرة فى العام او مره لكل فرقة دارسية فى المدرسـة و هذه الاحمال تعتبر كل الاحمال بالمبنى ككل لتعاظم كميـات الطاقة المستهلكه اثناء الامتحـان و الذى يتم فى وقـت واحـد بالنسبـة لجميع الطلاب بالفـرقـة الواحده ، و هذا بدوره الاساس التصميمى لتحديد الاحمال فى المدرسة الصناعية على وجه التحديد .

الفصل الثامن
تصميم دوائر الوقايه
DESIGN OF PROTECTIVE SCHEMES

تعتمد الشبكات الكهربيه على دوائر خاصه لوقايتها ضد اخطار التشغيل او الاخطاء اثناء التشغيل ولذلك يجب ان تحتــوى اى من الشبكات بكافـه انواعهـا على الوقـــايه الكامله المتكامله لكل عنصر يدخل فى تكوينهـا وهذه المكونات تبدأ منذ انتـاج الطاقه وتنتهـى بعد المعده المستهلكه لها لدى المستهلكين وذلك ليس بنهايه المطاف بل يجب ان نحمى الاجزاء الواقيه لهذه المكونات ضد الاخطاء الكهـربيه محتمله الحدوث فيها سواء اثناء التشغيل او فى المناورات قبل عمليات الفصل والتوصيل او النقل للطاقه عبر القضبان .

من اهم العناصر التى يجب ان نتوقف عندها لدراسه هذه الدوائر الوقائيه تلك التى تحمى العناصر الاساسيــه فى الشبكه مثل المولدات والمحولات والقضبان بل والمفاتيح الكهـربيه ذاتها وهنا سوف نتطرق الى هذه الــدوائر ثم ننتقل الى الدوائر الوقـائيه المتبعـه فى الابنيه التعليميه ولذلك يجب التركيز على ماهيه دوائـر الوقايه فى الشبكات على وجه العموم وهى التى تنحصر فى ثلاث دوائر مستقله جوهريه بعيده عن بعضـها وهى :

اولا : دوائر الجهد العالى HIGH VOLTAGE CIRCUITS

ثانيا : الدوائر الثانويه SECONDARY CIRCUITS

ثالثا : دوائر الفصل التلقائى TRIPPING CIRCUITS

نتوجـه بعد مـا سبق ايضاحه الى التفصيل بالشرح على بعض الـوحدات العنصريه داخل الشبكات الكهـربيه لتعريـف تلك الدوائر من خـلالها وطبيعه عملهـا وكيفيه تغذيتهـا ثم نصل الى كيفيه الفصـــل التلقائى واسلوب الاختيـاريه والتفضيليه فى الفصل تبعـا لنوعيه ومكان الاخطاء وموقع القواطع لتلافى الاضرار التى قـد تنجم عن هذه الاخطاء سواء كانت قريبه او بعيده سواء كانت استمراريه او متقطعه الطابع حتى تكتمل الصوره ثم نصل الى الدوائر التنفيذيه التى تعتمد عليها شبكات التوزيع وخاصه فى الابنيه التعليميه .

٨-١ : شبكات التوليد GENERATING NETWORKs

من اهم مكونات الشبكه الكهـربيـه تـاتى المولدات وهى الوحـدات التى تقـوم على انتـاج الطاقـه الكهربيه المطلـوب توفيرها للاستخدام ولكن هذا لايقلل من اهميـه باقى العناصر والتى تقـــوم على نقل هذه الطاقـه الى المستهلـك فى مقـره دون جهـــد او عناء ولكن هذه الوحدات التـوليديه من اول اهم العناصر المتـواجده فى الشبكه الكهربيـه ولذلك يلزم البدء من عندها لتكتمـل الصـــوره وتتضح معـــالم الموضـــوع بـرمتـه ونلقى الضـــوء على كل المحتويات الرئيسيه فى المنظومه الكهربيه .

تتأسس وقايه المولدات على محاور رئيسيه هى :
المحور الاول : الوقايه ضد ارتفاع حراره الملفات
المحور الثانى : الوقايه من زياده التيار داخل الملفات
المحور الثالث : الوقايه من ارتفاع قيمه الجهد
المحور الرابع : الوقايه ضد التشغيل الضار

تمثل هذه المحـاور اسس العمل الـوقـائى عند ادخـال الوحـدات الى الشبكه وفى الحقيقـه المحـور الاول ضار نتيجـه تراكم الكميـه الحراريه داخل المولد ويتسبب ذلك فى انقـاص مستوى العزل وقد يصل الامر الى انهيار العزل الكهربى بين الملفات وبعضها او حتى بين لفـات الملف الواحـد وقـد يؤدى على الجانب الاخـر الى انصهـار الاسـلاك الموصله داخل الملفات ذاتها ولذلك يجب التعـامل مع هذه الوحده بحسـاسيه بالغه والمحـافظه عليها من كل احتمال ضار حتى وا ن كان نادر الحدوث .

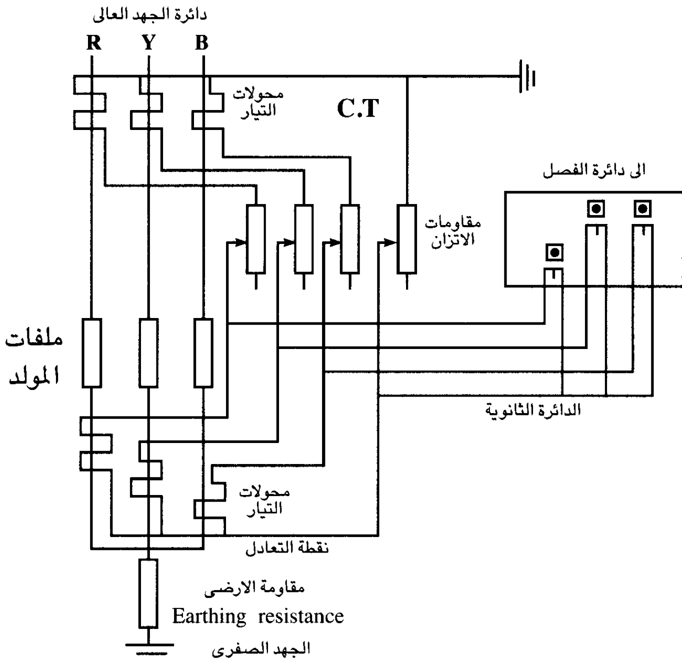
اما بالنسبـه لملفات الجزء السـاكن فى المولد فيمكن الاتجاه الى عمليه المفـاضله بين التيار الناتج من جميع الاوجـه بالمولـد والمتسرب منه الى نقطه التعـادل والمقـارنه بينهما والذى لابد وان تكون المحصله صفـريه واذا مـا اختلفت عن ذلك فيكون دليـلا على وجـود قصر داخل الملفات تسحب هذا الفـرق وهذا جوهر الوقـايه بالنسبه لملفات المولـد وهى الوقايه التقليديه فى مجال الكهرباء والمعـروفه باسم الوقايه التفاضليـه كما هو موضح فى الشكل رقم ٨ـ١ حيث نرى محولات التيار على جانبى الملفات الخاصه بالمولد .

فى هذه الحاله تمثل دائـره الجهد العـالى (الدائـره الرئيسيـه) دائره المولد وملفـاته بينما تكون الدائره الثـانويه هى تلك التى تستمد تغـذيتها من محولات التيار امـا دائره الفصل فهى غير واضحه حـاليا على الرسم امـا بالنسبه لمجموع التيـارات فى الاوجه الثـلاثه فقد يكون هناك فرق طبيعى فى التيار لاى من الاسباب التقنيه فنلجأ الى ادخال مقاومه توازن كى تتزن قيمـه مجموع التيـارات الثلاثه مع قيمـه المجموع الحاصلين عليـه مباشره من محولات التيار عند نقطه التعادل وهذا هو السبب الاول لتواجد مقاومات الاتزان .

بالنسبه للدائره الثانويه ففيها نجد الملفات التى فى الجانب الايمن والتى تحصل على تغذيه تياريـه اذا ما حـدث اختلاف بين قيمه التيـار بعد الملفـات فى ذات الوجه وبين قيمتـه قبل الملفات وبالتالى نحصل على تيار فى هذا الملف الذى يقوم بدوره باحداث القوه المغناطيسيه المسببه لالتقاط ذراع صغير وخفيف ليدير الحركـه التياريه فى دائره الفصل وهذه النوعيه من الوقايه تحمى الملفـات بنسبه ٨٥٪ تقريبا ولاتستطيع وقـايه ١٠٠٪ من الملفات وذلك نتيجـه امكان حدوث القصربالقـرب من نقطه التعادل ولكن داخل الملفـات وبذلك يحدث القصر ولكن لن تستشعره الاجهزه الوقائيه التفاضليه وبالتالى يكون الضرر مازال قائما .

نعيد التركيز على الحمايه التفاضليه وهى التى تحمى الملفات ضد القصر مع الارض اوبين الملفات وبعضها البعض او بين الملفات المتتاليه بذات الوجه الواحد او ما يعنى القصر بين ملفـات الاوجـه المتجـاوره ولـذلك يكون من الضرورى الاتجاه الى تحسين مستـوى اداء

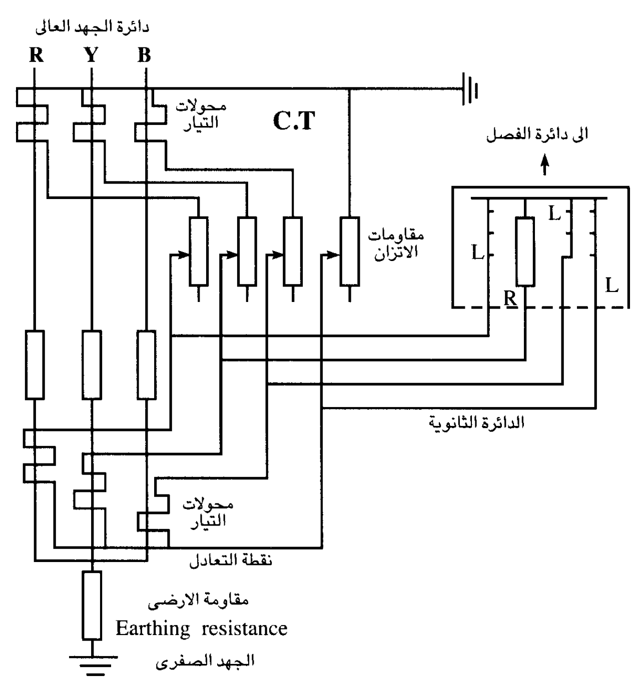
مثل هذه الدائـره وذلك من خلال استخـدام مقـاومه واحـده فى احد الاوجـه فقط بدلا من التماثل الثلاثى كما هو مبين فى الشكل رقم ٨ـ٢ لرفع قيمة الحساسية لهذا النوع الوقائى حيث استخدمـت المقاومه فى الوجـه الاوسط بالاضافـه الى زياده ممانعه حثيـه على نقطه التعادل فى المتمم الموجود فى الدائره الثانويه وهكذا ترتفع قيمه الحساسيه بالنسبه للمتمم ويكون مستوى الاداء اعلى وافضل .



الشكل رقم ٨ـ١ : دائره وقايه لحمايه الخطأ داخل ملفات المولد

(وحده التوليد GENERATOR UNIT)

هذا العيب الذى تم التغلب عليه فى الدائـره الجديده (الشكل رقم ٨-٢) يظهر عند اقتراب تيـار القصر من تيـار الحمـل الاقصى وهذا وضـع محتمل جـديد بـالرغم من التغلب على العيب السـابق ولذلك يجب اللجـوء الى استخـدام اطراف ملفـات التشغيل مبـاشره على المقـاومه الاتزانيـه باسلوب التـزحلق كما هو مـوضـح فى الشكل رقم ٨-٣ والذى يسمى باسم الوقايه التفاضـليه المرغمـه biased differential protection وبذلك نصل الى اقصى مستـوى اداء وقـائى ممكن تحت جميـع ظروف واشكال القصر بالملفـات وهو الشكل الاحدث بينهم .



الشكل رقم ٨ -٢ : دائره وقايه معدله لحمايه الخطأ داخل ملفات المولد

نظرا لعدم تـوضيح السبب فى ان الوقايه التفـاضليه لاتحمى الا نسبه مئويـه من الملفات نتعرض الان الى بعض مـن الامثله التوضيحيه التـى تساعد فى فهم هـذا الاساس النظرى وحتى لايكون المشاع ان الوقايه للملفـات كامله وانه لايمكن ان تكون هناك نسبه من هذه الملفات خـارج الحمايه بالرغم من انها تقع فى داخل منطقه الوقايه ولكنهـا فى الحقيقه من الناحيه الكهربيه خارجها تماما وقد تؤدى الى انهيار الملفات وبالتالى المولد اذا لم نتدراكها مسبقا .

مثال : بالنسبه لمولد ٣ اوجـه ٦,٦ك.ف له مقنن قدره دائمـه ٢ ميجاوات ومعـامل القدره ٠,٨ وله ممانعـه ١٢,٥٪ وله وقايه تفـاضليـه والتى تحمى الملفات وتعمل عند التيـارات ٢٠٠ أمبير او اكثر والمطلوب ايجاد قيمه المقاومه الارضيه التى تحمى ٩٠٪ من الملفات .

الــحـــــل :

اولا يجب الحصول على التيـار المقنن لهذا المولد وهو ما نحصل عليه بدلاله القـدره الكليه ٢ميجاوات ومعامل القدره ٠,٨ وجهد الاطراف وهى ٦٦٠٠ فولت وقيمته :

$$\text{Full load current of alternator} = 2000/(0.8\sqrt{3} \times 6600) = 219 \text{ A}$$

ومن ثم يجب تحديد قيمه المقاومه الكليه لهذا المولد بدلاله الجهد والنسبه المئويه للمقاومه بالنظام المئوى وهى :

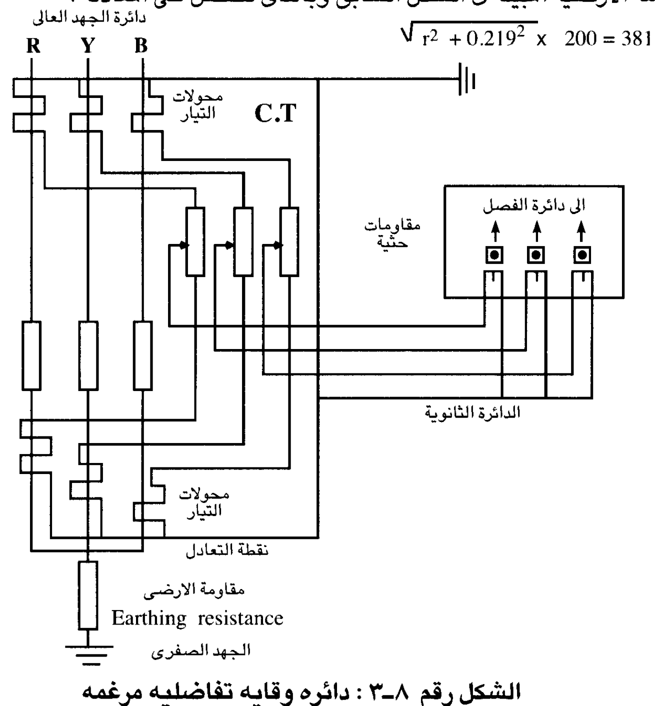
$$x = (12.5/100) \times 6600/(\sqrt{3} \times 219) = 2.19 \text{ ohms}$$

امـا عن الجهـد الناتج من ١٠٪ من الملفـات والتى تولد اصـلا ٦٦٠٠ فـولت وعن طريق النسبه والتناسب نحصل على :

$$\text{voltage induced in } 10\,\% \text{ of winding} = 6600/(\sqrt{3} \times 10) = 381 \text{ volts}$$

ولما كان تيار تشغيل الوقايه هو ٢٠٠ امبير وبالتالى يكون هو التيار المار فى المولد فى هـذه الاثناء فـانه يسـاوى الجهد المتـولد فى الجزء خـارج الوقـايه (١٠٪) مـارا بالارض مع المقاومه الارضيه المبينه فى الشكل السابق وبالتالى نحصل على المعادله .

$$\sqrt{r^2 + 0.219^2} \times 200 = 381$$



الشكل رقم ٨ـ٣ : دائره وقايه تفاضليه مرغمه

ومنهـا اخيرا نستطيع ايجاد المقاومــه الارضيه التــى تساعـد على تغطيه ٩٠٪ من القيمــه الكليه للملفات وهى $r = 1.89$ ohms

مثال : يتم وقايه مولد ٣ اوجه ستـــار ٢٠ ميجا فولت امبير ١١ك.ف بواسطه اتزان التيار على الملفات وكانت نسبه محولات التيار هى ١٢٠٠ / ٥ وتيار تشغيل المتمم الادنى قيمته ٠,٧٥ امبير بينما كانت مقاومه الارضى بقيمــه ٦ أوم اوجد النسبه المئويه غير المحميه من الملفات ثم بين مدى تأثير كلا من مقاومه الارضى عند نقطه التعادل وكذلك تغير قيمه تيار تشغيل المتمم (تيار الفصل) ٠

الـــحـــل :

كما سبق فى المثال الاول نوجد قيمه التيار الاقصى لتشغيل المتمم وهو :

$$\text{max . fault current to action} = (1200 / 5) \times 0.75 = 180 \text{ A}$$

اما الجهد الناتج فى الجزء غير المحمى(x ٪) من الملفات يكون :

$$\text{voltage induced in x portion} = (11000 / \sqrt{3}) \times (x / 100) / 6$$

وكذلك التيار التشغيلى يصبح :

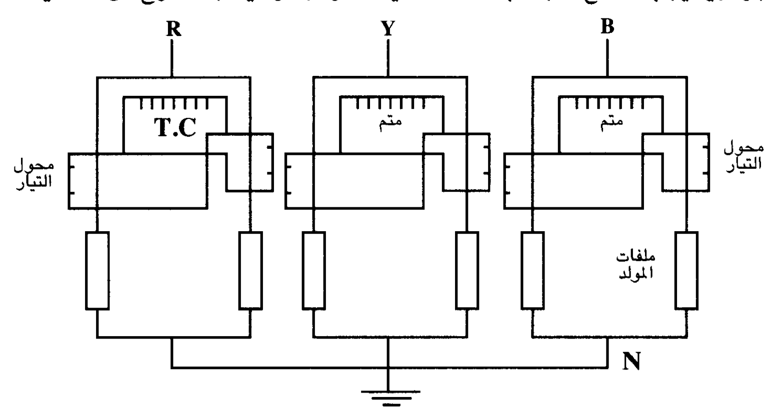
$$\text{Fault current} = (11000 / \sqrt{3}) \times (x / 100) / 6 = 180 \text{ A}$$

ومن ثم يمكننا ايجاد قيمــه النسبه المئويه من الملفــات غير المحميه وهى من هذه المعــادله تساوى ١٧٪ اما بالنسبــه لتأثير كلا من تيار الفصل وكذلك تغير قيمه المقــاومه الارضيه فقــد تم حسابه على النحــو الوارد فى الجدول رقم ٨ـ١ وهو مــا يوضح بجلاء مــدى تأثر النسبه الخارجه عن الوقايه التفاضليه للملفــات بقيمه المقاومه الارضيه وهو فعال بدرجه كبيره .

الجدول رقم ٨ـ١ : تأثير تغير قيمه كلا من مقاومه الارضى وتيار الفصل على النسبه المئويه غير المحميه من الملفات

تــاثيــر المــقـــــاومه الارضيــه		تاثير تيار الفصل	
المــقــــاومـــه (اوم)	النسبه (٪)	التيار (A)	النسبه (٪)
١,٥	٤,٢٥	٠,٥٠	١١
٣	٨,٥	٠,٧٥	١٧
٦	١٧	١,٠٠	٢٥,٥
١٢	٣٤	—	—

يظل بعيدا عن الوقايه حدوث القصر داخل الملف الواحد والذى يعرف بالقصر بين اللفه الى اللفه turn to turnوهو ما يمكن ان يحدث فى المولدات الضخمه والتى تعطى تيارات كبيره ولهذا فانها تحتوى على ملفين فى الوجه الواحد وهكذا نجد الاسلوب الهندسى الافضل هو استخدام الوقـايه التفاضليه الداخليـه داخل الوجه الواحـد كما هو موضـح فى الشكل رقم ٨ـ٤ حيث يتم وضـع ملف المتمـم بين طرفى محولى التيـار فى ذات الوجـه وهذا القصر بين لفـات الملف الواحد فى الوجـه ذاته قـابله للحدوث وان كـان ذلك نادرا الا انه من الناحيـه الجوهريه يجب افساح المجال بصفه اساسيه فى دوائر الوقايه لهذا النوع من الحمايه .



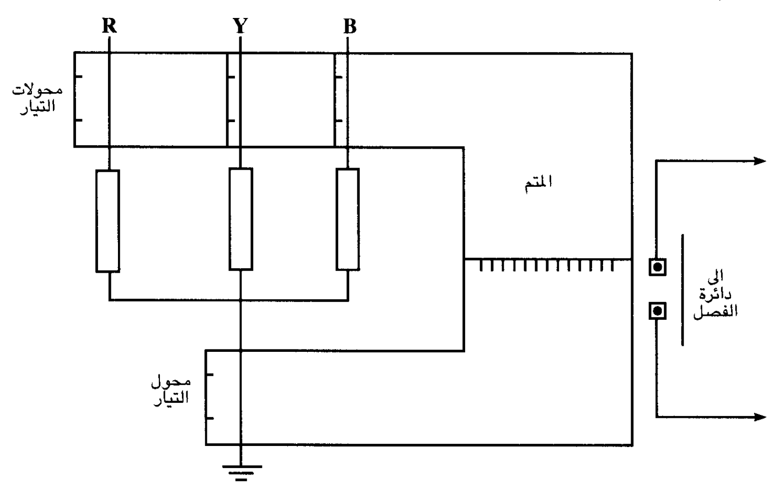
الشكل رقم ٨ـ٤ : الوقايه التفاضليه للقصر بين لفات الملف الواحد

يمثل المحـور الرابع اهم مـا يصادفنا فى الحيـاه العمليـه من ممارسات غير صحيحـه او تصميم غير متكامل بحيث تظهـر هذه العيـوب خصـوصـا اذا تجمعت فى نقطه مـا وبهذا ننتقل الى التشغيل غير المتماثل فى الحالات العاديه وهو عاده ما ينتج عن توزيع الطاقه على احمال مفـرده (غير ثلاثيـه) مما يجعل بعـض الاطوار تتحمل كثيرا بينما الاخـرى قـد لاتتحمل النصف او ادنى وذلك سـوف يلحق الضرر البـالغ بالمولد على وجه الخصـوص لانه يلبى طلب الطاقــه على اوجـه دون الاخـرى وهذا بالتـالى يؤدى الى بعض العيـوب التشغيليه مثل :

١ـ وجود جهد على نقطه التعادل .
٢ـ مرور تيار مستمر فى موصل التعادل .
٣ـ اشاره مباشره الى خطأ الى الارض .
٤ـ زياده درجه الحراره فى العضو الدوار ROTOR .

لهذه الاسباب يجب ان تلحق الوقايه الاتزانيـه والمتمثله فى ظهور تيار فى الارضـى (الشكل رقم ٨ـ٥) حيث نرى الرسم الثلاثى للمـولد مع استخدام الوقايه التفاضليـه لتقارن بين

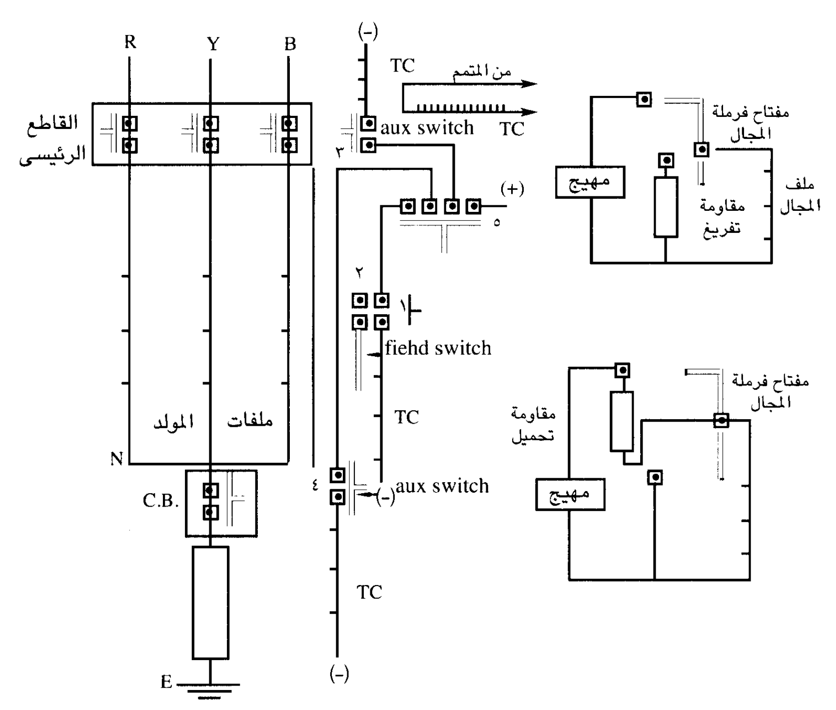
مجموع التيـارات الخارجه من المولد مع تيـار الارضى واذا ما ظهر اى اختـلاف فان ذلك يعنى عـدم تماثل فى التحميل بين الاطوار الثـلاثه ومـن المؤكـد ان هذا النوع من الوقـايه يستخدم للوحدات صغيره القدره .



الشكل رقم ٨ـ٥ : الوقايه ضد عدم التماثل التحميلى

بالاضافه الى ما سبق عن التشغيل الضـار نجد ان احد أهم هذه الاضرار هى تلك الناتجه عن التحميل الزائد وهى وان كـانت مسموحـه فى نطاق زمنى صغير ومحدد الا ان الامر يستلزم وضع الحمايه الكاملـه ضـد هذا التحميل الضـار والذى يسمح بـه فعـلا تبعـا لجدول التحميل الزائد الخاص بـه لانه يخضع للعديد من العـوامل والمؤثرات الخارجيه عند التصميم لذات الوحده اما فى التشغيل فيجب الا نتمادى فى الاعتماد على هذه الجزئيه لانها مهما كان الامر اكثر ضررا و يجب ان نبتعد عنها .

لايتـوقف عمل الفصل التلقـائى عند هذا الحد لانه اذا مـا تم فصل الوحـده من الخدمـه تلقـائيا فـانها وبلا ادنى شك ستستمر فى الـدوران بالرغم من حدوث القصر وبعـد هذه الوقـايات المتعدده لانه يـوجد على الوحـده دائره اثـاره لتحريك العضـو الدوار فى المولد وينتج مجال الاثاره الذى يسـاعـد على استقـرار دوران المولـد وبالتـالى تغـذيه الشبكه وبناءا على هذا نجـد انه يجب وبالدرجـه الاولى ان يتم فصل المفتـاح الخاص بالمولد والمتصل مع الشبكه بجانب مفتاح التعادل عـلاوه على فصل دائره المجال وهو ما يعرف باسم فرمله المجـال field suppresion ومن ثم نرى فى الشكل رقم ٨–٦ دائرتى المجال المستخدمه فى هذا الميدان بالاضافه الى دائره فرمله المجال .



الشكل رقم ٨ـ٦ : دائره الوقايه لفرمله المهيج الخاص بالمولد

اما بالنسبـه للمحور الثـالث وهو الوقايه من ارتفـاع الجهد فانـه يتفرع الى ثلاث شعب مختلفه نفصلها كما يلى :

١ـ ارتفاع الجهـد نتيجه التشغيل الخاطىء wrong operation وهو ما تم معـالجته على اســاس ان عـدم التماثل الشـديد يعبر عن خطأ تصميمى فى توزيع الاحمال على الاوجـه المختلفه .

٢ـ ارتفاع الجهد مع عمليات التشغيل المعتاده switching transients وهى جهود تحدث رغم انفنا ولكننا نستطيع تقليل مستـوياتها عن طريق استخدام مقـاومات لاخطيـه على التـوازى مع اطراف الموصلات وهنـا فى محطات التوليـد يتم ذلك من خـلال وضع هذه المقـاومـــات على القضبـان المتصله بهذه المولدات او احيـانا على اطراف المولدات ذاتها حرصا على هذه المولدات لانها اغلى المكونات واهمها .

٣ـ زيادةالجهد الخارجى الساقط على الموصلات نتيجةالصواعق lightning strokes وهو

ما يتمثل فى تـركيب مانعات صـواعق فى صوره شبكه واقيـه من الصواعق الساقطه على المحطه كى تحمى كل محتوياتها بما فى ذلك المولد .

بعد هذا العرض المبسط لاسباب وضـع اجهزه محدده من الوقايه لتخدم الحمايه المتكامله لوحـده فى محطه ما وهـى ما نراها فى الشكل رقم ٨-٧ كتجميع لجميـع الانواع الوقائيـه وليس الشكل فى الوضـع النهائى بل للشرح المتسلسل والواضـح لنضـمن وصـول المعلومه صـحيحه وبفهم عميق .

على ما سبق يتحدد انواع الحمايه لتغطى ما سبـق شرحه بطريقه مبسطه وتكون فى اربعه انواع هى :

١ـ الوقايه التفاضليه المرغمه biased differential protection

٢ـ الوقايه ضد زياده التيار والتسرب الارضـى overcurrent earth fault relay

٣ـ ترتيب الاوجه negative phase sequence

٤ـ التسرب الارضـى standby earth fault protection

٨ـ٢ : شبكات النقل TRANSMISSION NETWORKS

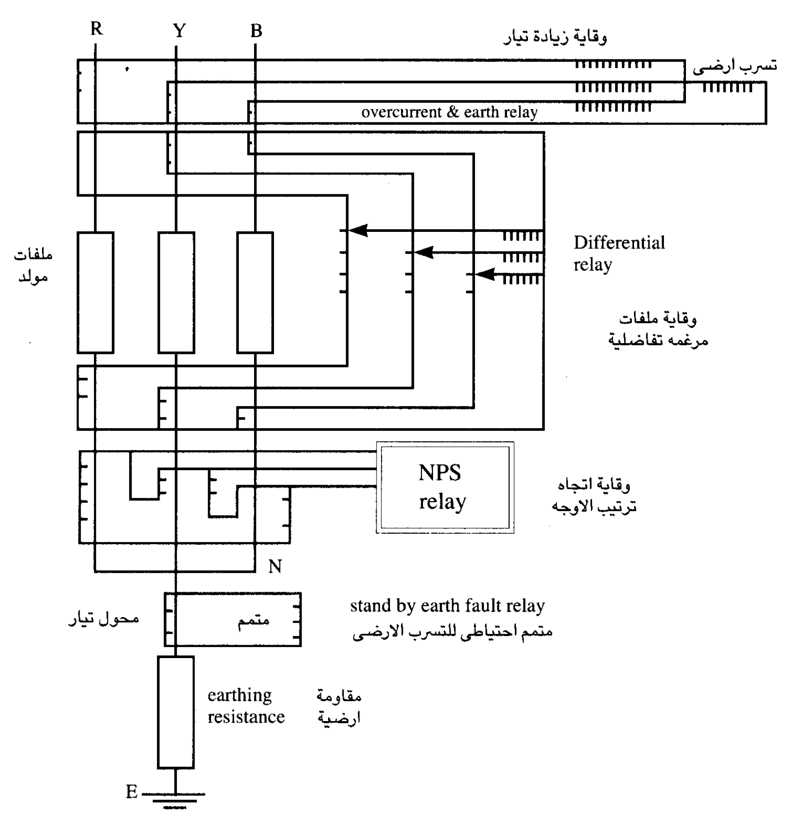
تشمل شبكات النقل مكونـات هامـه مثل المحـولات والقضبـان الرئيسيـه والمسـاعـدات والخطوط الكهربيـه والكابلات ولذلك يجب على المصمم ان يضـع اسلوب الحمايه الشامله لكل من هذه المكونات والتى سـوف تؤدى واجبها كـاملا داخل الشبكه دون ايه خسـائر ماديه كانت او بشريه ولذلك نبدأ من اهـم هذه المكونات وهى المحولات والتى تشبه الى حد كبير تلك التى تخص المولدات فى بعض المحاور الوقائيه والتى سوف نتناولها فيما يلى .

اولا : خليه المحول TRANSFORMER CELL

تتواجد نوعيـات متعدده للمحولات ويتم تقسيمها بطرق مختلفه سواء كـان تبعا للغرض منها او غير ذلك وهى :

١ـ المحول الرئيسى MAIN TRANSFORMER

هذا المحول هو مايأخذ جهد الوحـده ليحوله الى الجهد المناسب فى بدايه المحطه لاتصالها مع باقى اجزاء الشبكه وعلى هذا لن يتـواجد مثل هذا المحول اذا ما كـان التوليد على نفس الجهد على القضبـان المتصله بالشبكه وهو مـا يربط بين اطراف التوليـد باطراف المحطه عند اتصـالها على القضبان الرئيسيـه مع الشبكه الموحده وقـد يتعدد عدد هـذه المحولات تبعـا للقدره المقننه ووسـائل الربط بينها مثل مـا تم شرحه من قبل فى هذا الكتـاب وبهذا تظهر اهميه قصـوى لهذا النوع من الخلايا الرئيسيه فى محطات المحولات والتى يجب ان توضـع تحت الوقايه على المحاور التاليه :



الشكل رقم ٨ـ٧ : الوقايه الكامله لوحدات التوليد

المحور الاول : الوقايه ضد زياده درجه الحراره

OVER TEMPERATURE PROTECTION

يعتبر هذا المحور مــن اهم المحاور التشغيليه التــى تعطى الاشاره الهامه نحــو التشغيل الخاطىء او تواجد اى من الاخطاء ذات التأثير المبــاشر على المحول وملفاته تحديدا ولذلك يستخــدم هنا مرحليــا مــدى حرارى للتشغيل العــادى ثم يبــدأ استخــدام الوقايه ضــد الارتفاع الحرارى لزيت المحولات وهو الذى يستخدم لسببين هما :

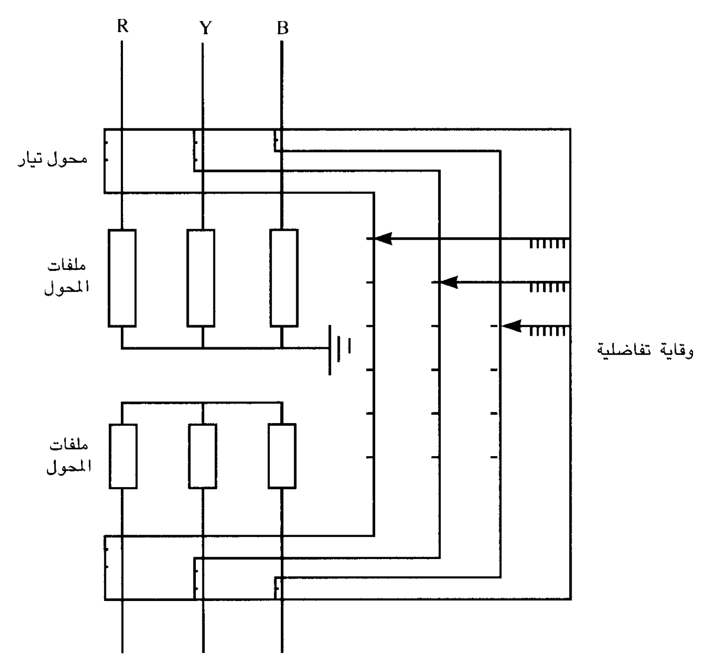
١ـ رفع كفاءه العزل بين الملفات وبعضها وبين لفات الملف الواحد .

٢ـ تبريد ملفات المحــول جميعا لما ينتج من ارتفــاع حرارى معتاد لمرور تيــار كهربى بها والذى يتحول الى طاقه حراريه لابد من نزعها من داخل المحول .

اما بالنسبه للوقايه الحراريه ضد الزياده عن الحد المسموح به فيتم على مرحلتين هما :
١- مرحله تحذيريه عند الارتفاع الى حد لايمثل خطوره ولكنه يرفع درجه الخطوره الى الحد الاقصى وهو عاده ٨٠ درجه وقد تختلف القيمه نتيجه نوعيه الزيت المستخدم واسلوب التبريد المتبع وتتم الوقايه من الناحيه التنفيذيه على مقياس حرارى يوصل الاشاره التحذيريه الى حجره التحكم والعاملين فيها حتى يتمكن المختصين من مراجعه المحول ودوائره وملحقاته ودراسه اسباب هذه الظاهره التى تسببت فى ارتفاع درجه الحراره الى الحد التحذيرى (مرحله اولى) .
٢- مرحلةالفصل tripping stage وفيهايتم الفصل التلقائى لاطراف المحول وليس جميعها بل واحدا حتى يتوقف سريان الطاقه وما يسببه من ارتفاع حرارى كما لو كان المحول يعمل بدون حمل ويتم ضبط درجه الحراره عند ٩٠ درجه مئويه وذلك ليس لخطوره على المحول مباشره لان درجتى ٨٠ التحذيريه و ٩٠ للفصل الاجبارى يعبران عن الاقتراب من اخطر خواص زيوت المحولات الكيميائيه وهى الاقتراب من قيمه نقطه الوميض وهى درجه الحراره التى يشتعل عندها الزيت الجيد تماما تلقائيا ولذلك يجب الابتعاد عن هذه الدرجه مع اعتبار نسبه الجوده فى الزيت الجيد والاستهلاك والاجهاد لكفاءه الزيت نتيجه التشغيل .
هذه المرحله تعتبر عمل وقائى اذا لم يتمكن المتخصصين من ملافاه العيب الذى تسبب فى ارتفاع الحراره والتى تكون محتمله للاسباب التاليه :
١- وجود قصر شرارى ضعيف داخل الملفات يتسبب فى رفع الحراره .
٢- ارتفاع درجه حراره المحيط الخارجي بدرجه كبيره .
٣- التحميل الزائد عن قدره المحول لفترات كبيره .
٤- توقف دوره تبريد الزيت او العمل دون الكفاءه المحدده تقنيا .
٥- عيوب زائفه بكل احتمالاتها .

المحور الثانى الوقايه ضد اخطاء فى الملفات WINDING FAUL PROTECTION

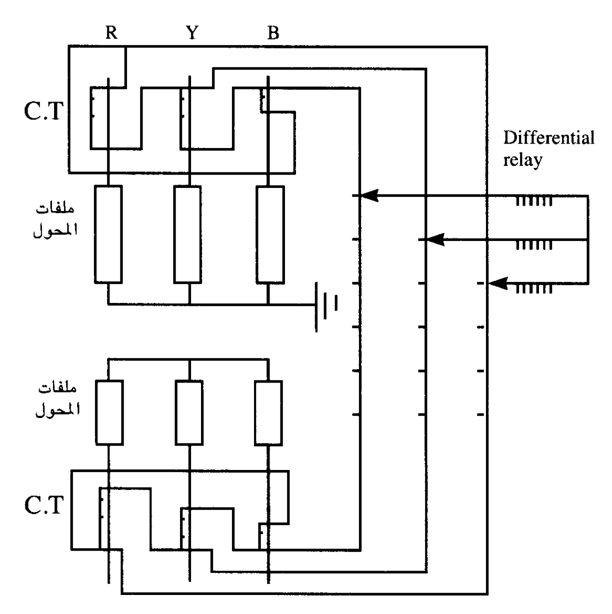
يتبع نفس الاساس الذى تم من قبل مع المولدات كما نرى فى الشكل رقم ٨-٨ حيث نشاهد الوقايه التفاضليه على طرفى المحول الا اننا هنا نتعامل مع اطراف غير متصله ولكنها كهربيه فى الحقيقه متصله ولكن المعامل الهام ان المقارنه بين التيارات هنا تختلف لان التيار عند الجهد العالى يختلف تماما وبكميات ضخمه عن نفسه عند الجهد المنخفض ولذلك نجد ان نسبه التحويل التى تخص محولات التيار عند الجهد العالى اقل بكثير عن تلك عند الجهد المنخفض والنسبه بين هذه التحويليه لكليهما لابد وان تتساوى مع النسبه بين الجهد على الطرفين .



الشكل رقم ٨ـ٨ : الوقايه التفاضليه لمحول ستار / ستار

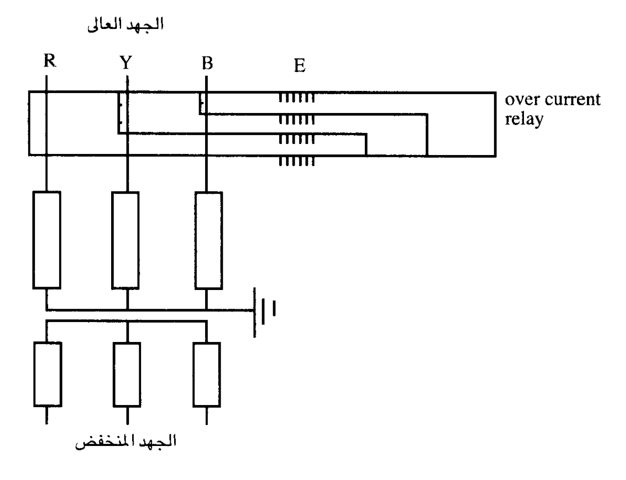
يعرض الشكل رقم ٨ـ٨ الوقـايه التفاضليه لمحول رئيسى له ملفـات من الطراز ستار / ستار حيث يكون لمحـولات التيار على الاوجه الثـلاثه نفس التوصيل ولكن نسبـه الجهد بين الطرفين يجب ان تتساوى مع عكس النسبـه بين مقننات محولات التيار على الجهتين بينما يقوم الفرق بين هذه التيـارات بعد انعكاسها الى صفر مره ثانيـه فى الدائره الثانويه والتى تحتوى على محولات التيـار وهى بالتالى تعطـى اشاره الفصل الى القواطـع المعنيه بالامـر عند ظهـور فـرق فى التيـارات والتى تعنى بالضروره وجـود قصر داخل منطقـه الحمايه والتى تشمل هنا مـــواقع محولات التيـار وهى عـاده فى محولات القـدره الكبيره توضـع عند اطراف الملفات فعلا تحت عازلات الاختراق لكل وجه .

اما اذا اختلف طراز توصيل اطراف الملفات الداخليه من ستار / ستار لتصبح ستار / دلتا فتصبح توصيله محولات التيار عكس التوصيل الخاص بالمحولات الرئيسيه اى لابد وان تصبح دلتـا / ستار مـع الحفاظ على نفس الترتيب الذى نتحـدث به كما هو مـوضـح فى الشكل رقم ٨ـ٩ لمحـول من طراز ستـار / ستـار حيث تختفى توصيله ستـار وتصبح دلتا / دلتا بنفس الاسلوب .



الشكل رقم ٨-٩ : الوقايه التفاضليه لمحول ستار / ستار بمحولات تيار دلتا / دلتا

المحور الثالث : الوقايه ضد زياده التيار OVER CURRENT PROTECTION



الشكل رقم ٨-١٠ : الوقايه ضد زياده التيار فى محول ستار / ستار

يمكننا هنا الاستغناء عند احد محولات التيار عند ادخال زياده التيار فى الحسبان وحيث ان التيار اكبر فى الجهد المنخفض فعلينا ان نقوم بتركيب متممات الوقايه ضد زياده التيار فى جهه الجهد العالى حيث ان التيار اصغر بكثير عن نظيره على الجهد المنخفض كما نراها فى الشكل رقم ٨ـ١٠ ويمكن اضافه التسرب الارضى معه لانه نمطى الطراز كما كان موضحا من قبل فى حاله المولدات .

المحورالرابع :الوقايه ضد ارتفاع الجهد الفجائى OVERVOLTAGE PRTETION

الارتفاع الفجائى للجهد ياتى عن طريقين هما :

١ـ تاثيرات فجائيه داخليه INTERNAL OVERVOLTAGES

تأتى نتيجه المناورات التشغيليه العاديه داخل الشبكه لتواجد المكونات السعويه والحثيه فى الدائره وهى خطيره ولكنه من الممكن التغلب عليها بوضع مانعه الصواعق والمعروفه باسم arrester على اطراف الملفات الاثنين او الثلاث او بالاضافه الى نقطه التعادل لتوصيل الملفات وهى فى الحقيقه هامه لانه من الممكن ان تدخل الموجات المسافره عبر الملفات من اى من الاطراف وهى مدمره لها بطبيعه الحال ولذلك يتم تركيب هذه المانعات والتى تعمل على انها تكون ذو مقاومه لانهائيه عند جهد التشغيل العادى والمقنن ولكنها تصبح صفريه تقريبا اذا ما ارتفع الجهد عن مستوى العزل المحدد فى التصميم .

٢ـ تاثيرات فجائيه خارجيه EXTERNAL OVERVOLTAGES

يتم التقاط الصواعق من خارج الشبكه اليها عن طريق الاسلاك الارضيه فوق الابراج وعلى طول الخطوط الممتدة فى جميع الانحاء بالاضافه الى انه يتم وضع مانعات صواعق ايضا على اطراف الملفات او على القضبان الرئيسيه تبعا للنظم المتبعه وكلاهما صحيح وبذلك تكون الملفات قد ابتعدت عن التأثيرات الصاعقيه والتفريغ الهائل والذى قد يدمر العزل فى برهه من الزمن لاتتعدى الميكرو ثانيه .

وجدير بالذكر بانه توجد شبكه كامله متكامله للوقايه ضد الصواعق ليس فقط بالنسبه للمحولات او المولدات بل ايضا للخطوط والمحطات والموصلات والملفات ومحتويات هذه المحطات حتى لا تتعرض الى الضرر نتيجه انه لاتتواجد الصواعق فى بلادنا والحقيقه كما نراها لامعه امام الاعين حيث الطقس والمناخ فى حركه وان بدت بطيئه الا انها تتغير على الدوام وهذا يجعلنا ان نكون اكثر حرصا واهتماما عند وضع التصميمات التى تدخل تحت هذا النطاق .

المحور الخامس:الوقايه ضد تأين زيت المحول OIL IONIZATION PROTECTION

يعتبر هذا النوع من الوقايه من اخطر الوقايات على الاطلاق لانها وقايه كيميائيه حيث انها تعتمد على ناتج احداث الشراره داخل زيت المحولات وهو ما ينتج عنه غازات داخل الزيت

خصوصا وانها اقل كثافه من الزيت فعليها ان تصعد اعلى من الزيت ومن هنا نستنتج انه يجب مقابله نقطـه تجمع الغازات المتولده داخل الـزيت للتحقق منها خصوصـا وان ناتج الشراره فى داخل الوسط الـزيتى يكون غـازات قـابله للاشتعـال وبالتـالى يسهل علينا التعرف عليهـا والتأكد عما اذا كـانت غازات ناتجه عـن شراره ام غازات ناتجه عن حـركه الزيت داخل دوره التبريد او لاى اسبـاب اخـرى وغـالبا تكون تلك المتراكمـه بعـد اعمال الصيانه .

اذا حدث فصلا تلقـائيا لمحول عن طريق الوقايه التفاضليـه او هذا النوع من الوقايه ضد حدوث الشرر داخل زيت المحـول وهو ما يعبر عن حدوث انهيار للعـزل الخاص با لملفات فانه يكون بمثابه تحذير وامـر بعدم التوصيل مره اخرى الا بعد التأكـد التام من سلامه ملفات المحـول ويتم النوع الغازى اختبـاريا او تنفيذيا بما يسمى «جهـاز البوخلز» الذى يعمل على مرحلتين مثل الزياده الحراريه وهما :

١ـ مرحله تحذيريه . ٢ـ مرحله الفصل التلقائى .

ويتكون جهـاز البوخلز من صندوق له جـانبين زجاجيين لرؤيه الزيت حتى اذا مـا تراكم غاز او هواء امكن رؤيته وبالتالى نستطيع الاختبار للتأكد من انه حاله عفويه ام انها حاله قصر فى الملفات داخل المحول ويوضع بداخله عوامتين فوق بعضهما على أرتفاعين متباينين حيث تعطى الاعلى اذا مـالت توصيلا كهـربيا لدائره خـارجيه ترسل اشـاره تحذيريه الى حجـره التحكم با لمحطه لمراجعـه الجهـاز والتأكد من نـوعيه الغـازات الخارجـه منه عند اختبارها امـا العوامه السفلى فعليهـا توصيل التيار الى ملف الفصل اذا مـا زادت الغازات بكميـات كبيره فتميـل هذه العـوامـه وتـرسل الاشـاره الى حجـره التحكـم ليس للانذار والتحذير هذه المره بل للفصل التلقائى مباشره بجانب الارشاد عن الفصل .

١ـ محول المحطه STATION TRANSFORMER

انه المحـول الذى يقوم بخفض جهـد التوليـد الى جهد الاستهـلاك داخل المحطه من اجل توزيع الاحمال الداخليه فيها مثل الاضـاءه او التسخين او التكييف والمساعدات والاجهزه والادوات وغيرهم .

٢ـ محول المساعدات UNIT AUXILIARIES TRANSFORMER

انه ذلك المحول الذى يقـوم على تغذيه احد المسـاعدات فى المحطه ويكون هناك محولا لكل وحده من المسـاعدات ويكون منتجا للطـاقه على نفس الجهد اللازم لها كما انها عـاده ما تتعدد تبعا لعدد الوحدات المساعده اللازم تغذيتها بالطاقه .

٣ـ محول نقطه التعادل NEUTRAL EARTHING TRANSFORMER

انه المحول الذى يتم تركيبـه من اجل الحصول على نقطه التعادل الكهربيـه حتى تتوازن الشبكه بين الاطوار الثلاثه ويتم توصيل هذه المحولات انفراديا مع المولدات كل على حده

وهذه النوعيه من المحـولات قد تزيد من التكلفه الاقتصـاديه عموماسواء كـانت فى الابنيه صغيرة او ضخمه او للصيانه والحمايه .
نصل اخيرا الى الوقايه الكامله الشـامله على المحولات وخاصـه الكبيره منها بينما محولات التوزيع قد لاتحتاج نوعا معينا من الوقـايه ولهذا نعرض الشكل العام لهذه الوقايه والتى تشمل :

١ـ الوقايه التفاضليه differential protection

٢ـ ضد زياده التيار والتسرب الارضى over current and earth leakage

٣ـ زياده حراره الزيت over heat of oil

٤ـ الوقايه الغازيه Buchholze relay

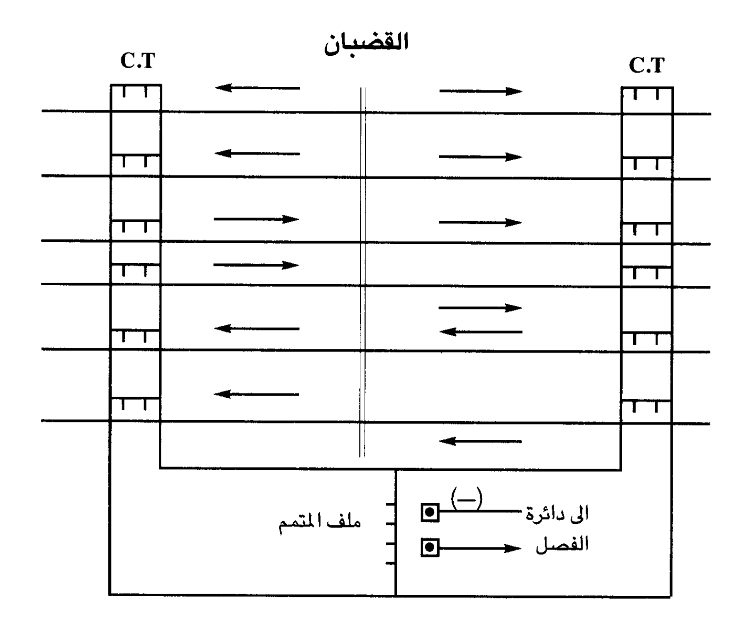
٥ـ فجائيات الجهد overvoltages

ثانيا : القضبان BUSBARS

تعتبر القضبان من اهم المناطق الحيويه فى الشبكه عمـوما حيث انها نقطه اتصال كهربى مع كل اطراف الخطوط والمولدات والكابلات وغيرها ولذلك فـان القضبان تحظى باهتمام المصمم للشبكات والمحطات والتـوزيع الكهـربى كما نرى فى الشكـل رقم ٨ـ١١ الرسم الخطى لوقـايه القضبان وهى الوقـايه التفاضليـه حيث يتم تجميع مقدار التيـارات عند القضبان سـواء الداخله او تلك الخارجه كلها معـا كنقطه واحده لتكون النتيجـه صفريه تبعا لقانون كيرشـوف الخاص بالتيارات الداخله الى نقطه (القضبان) ويتم تجميع هذه القيمه فى متمم وعليه توصيل التيـار الى دائره الفصل اذا ما ظهر اى تفاوت فى قيمه الجمع عن الصفر .

تدخل الوقايه التفاضليـه والمعروفه باسم Merz Price فى كل الاعمال الوقائيه لما لها من حساسيـه عاليـه فى اغلب الاحيان ولذلك يكون الاعتماد عليها هنا مـدخلا اسـاسيا وعلى وجه الخصوص انها بذلك تعمل على تسهيل اختيـار محولات التيار لتكون جميعا متماثله لان محولات التيـار تعرف بالنسبـه التحويليـه بين التيـار الابتدائى الى نظيره فى الدائـره الثانويه وهذا النوع الوقائى للقضبان كاف ولايحتاج الى المزيد من الانواع الاخرى او حتى الاحتياطيه .

اما اذا استخدم نظام القضبان المزدوجه فان الشكل سوف يكون اكثر فى عدد التوصيلات وكـان علينـا البـدايه مع اسهـل الاوضـاع والاشكال ومن ثـم نرى فى الشكل رقم ٨-١٢ الوقـايه التفـاضليه للقضبـان من الطراز المزدوج حيث يظهـر فيهـا قـاطع الربط والذى لايدخل على الاطلاق فى دائـره الوقـايـه التفـاضليـه لانه يعتبر نقطه داخليـه داخل نقطه التوصيل (القضبان) ولذلك لاتدخل فى الحسبان .



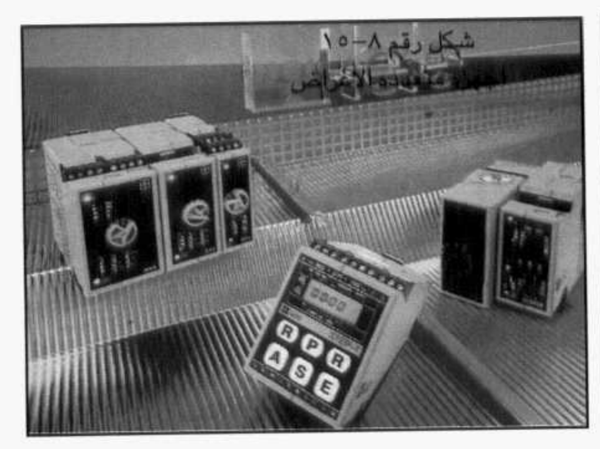
الشكل رقم ٨ـ١١ : وقايه القضبان مفرده النوع

من الشكل يبين ان محولات التيار كلها متســاويه المقنن التحويلى ولايمكن ان تختلف عن بعضـها باى حــال كما انه توضـع على الخط المشـترك لكل دائره وليس مع السكينه بل على الخط الذى عليه القــاطع الكهربى والتجميع لابد وان يكون صفريا سواء كـان القضبان الرئيسى هو العامل ام القضبان الاحتياطى او الاثنين معا او حتى وقت النقل من احدهما الى الاخر .

عندمــا ننتقل الى الحديث عن القضبان المتقطعــه فــالوضـع سيختلف بالنسبه الى قــاطع الوصل bus tie عما ذكـر من قبل بالنسبه لقاطــع الربط bus coupler حيث انه فى الحاله الســابقه يدخل قــاطع الربط بين القضبــان ويندمج والمفــروض انه خارج الدائــره وقت التشغيل العادى امــا قاطع الوصل فيدخل فى التشغيل ويعمل داخل الدائــره ولذلك يلتزم المصمم بادخــال هذا الوضـع فى التشغيل الاستقرارى حيث انه اذا مــا خرج قــاطع الربط من الدائــره فستخــرج معــه مجمــوعــه من القــواطع متأثــره بالخطأ المتسبب فى الفصل التلقائى ولذلك تكون المقــارنه التفاضليه بين كل جهه من القضبــان متيحا التشغيل على اجــزاء ويعطى التفاضل لهذه الحاله ثم التشغيل المتكامل ويكون تجميعــا للتفاضليــات



شكل رقم ٨-١٤
مأخذ كهربيه للاستخدامات المتنوعة



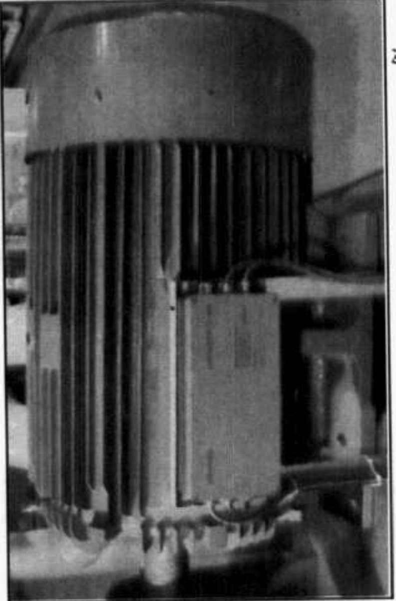
شكل رقم ٨-١٥
[illegible] متعدده الأغراض



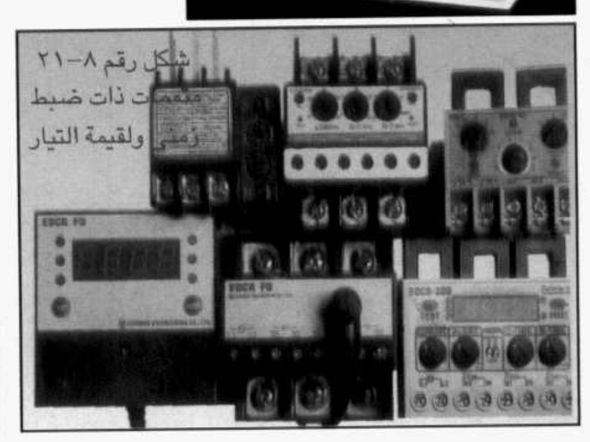
شكل رقم ٨-١٦
مفتاح كهربى ٣٨٠ فولت



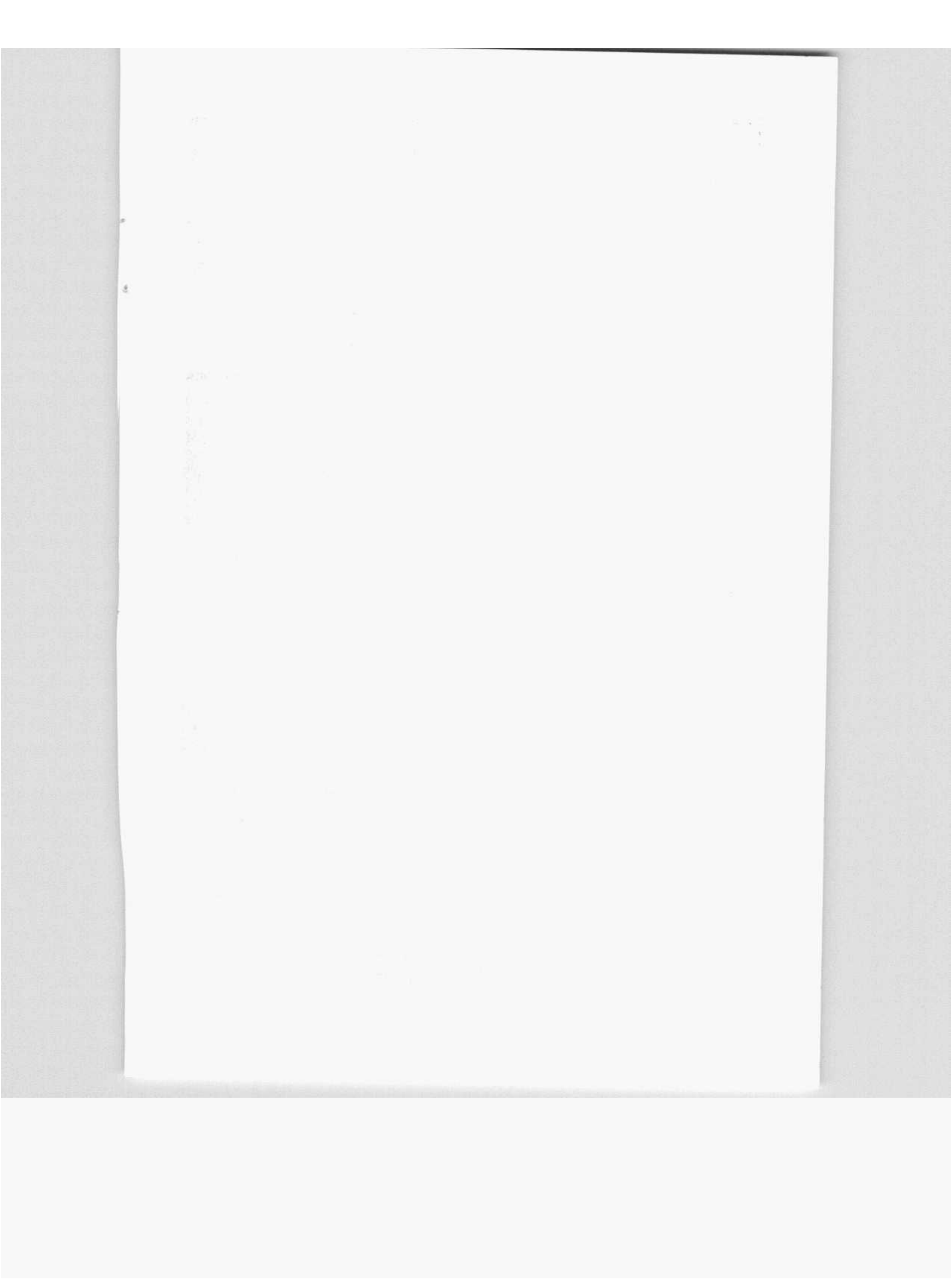
شكل رقم ٨-١٧
اجهزة حديثة سريعة الفصل الكهربى



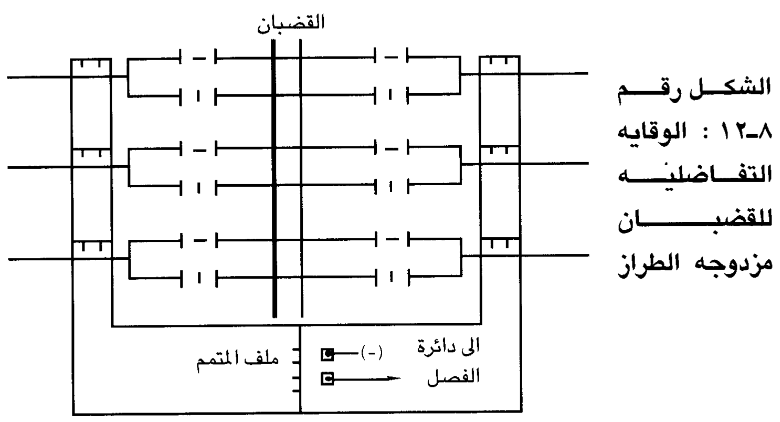
شكل رقم ٨-١٨
محرك عالى الكفاءة



شكل رقم ٨-٢١
مفتاحات ذات ضبط زمنى ولقيمة التيار

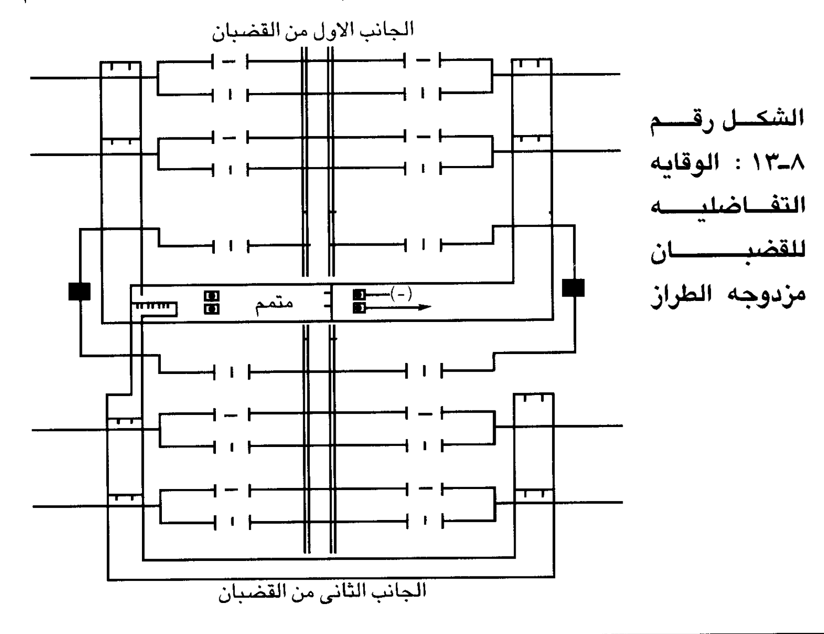


لكل جـــــزء والشكل رقـم ٨ـ١٣ يوضح هـذه الفكره والتى تتمثـل فى ضروره المرونه فى التوصيل للقضبان مقسمه او كقطعه واحده .



الشكل رقم ٨ـ١٢ : الوقايه التفاضليه للقضبان مزدوجه الطراز

وجدير بالاشاره الى الشكل رقم ٨ـ١٣ بان نوضح ان خليتى قاطع الربط على جزءى القضبان لم تظهر على الرسم من اجل التبسيط وعدم زياده الكثافه الرسميه داخل الرسم



الشكل رقم ٨ـ١٣ : الوقايه التفاضليه للقضبان مزدوجه الطراز

ولكنهـا فى الحقيقه لابد وان تتـواجـد على الرسم الخطى هذا حتى يكون الرسم صـحيحـا وبالاضافـه الى ضروره تجميع التيارات المجموعـه واعطاء الفرصـه للجمع على كل جانب على حـده عـلاوه على الجمع الكلى فى حاله اذا تم تـوصيل الجزئين معا من خـلال مفتـاح الوصل المبين فى الرسم .

٨-٣ : الشبكات فى الابنيه التعليميه

NETWORKS IN EDUCATIONAL BUILDINGS

من الاهميـه البـالغه وضـع نظام عمل تصميمـى للشبكات فى مكان ما ولما كـانت الابنيـه التعليميـه مقـرا تعليميـا للجيل المستقبلى للبـلاد فكان لابد من الحرص على اداء الدوائـر الكهربيه على اعلى مستوى ووقايه الطلاب من ايه اخطاء غير مقصوده قد تنجم عن اللعب او عدم الادراك او اللامبالاه احيانا من جـانب بعض الطلاب والذين يحتاجون الى الرعايه وذلك هو دور المصمم فى هـذا المجـال ويبين الشكل رقم ٨-١٤ (ص: ٢١١) بعضـــا من المآخذ الكهربيه التى يجب ان تستخدم فى المدارس للاطفال .

لما كـانت الشبكات الكهـربيه فى الابنيـه التعليميـه تعتمد على نظم التـوزيع وطبقـا للكود المصرى فان الاهتمام الاول فى الشبكات هو وضـع ارضـى محلى فى الموقع وتبعـا لما جاء فى المواصفـات لتأريض كل الملمسـات المعدنيـه المتواجـده بطريقـه مـا بالقرب من الجهـد الكهربـى والتى يحتمل ارتفاع الجهـد عليها ان لم يكن هناك تأريض صفـرى ولذلك يلزم وضـع هذا فى الاعتبار ومن هذا المنطلق نضـع المحاور الاســاسيه لاداء الوقايه فى الشبكات الكهربيه داخل الابنيه التعليميه على النحو التالى :

١ـ تأريض محلى بالموقع local earthing

٢ـ الوقايه ضد التسرب الارضـى earth leakage protection

٣ـ الوقايه ضد زياده التيار over current protection

٤ـ الوقايه الحراريه thermal protection

كما يعـــرض االشكل رقم ٨-١٥ (ص: ٢١١) بعضـــا من الاشكال المختلفـــة للمتممات واجهزة الحمايةالتى تصلح فى الشبكات الكهربية .

التأريض ضرورى ولايمكن الاستغناء عنه فى حـاله المدارس الصناعيـه والمعامل وكـذلك مـدارس الاطفال ويمكن عمله بسهـوله كما جاء فى المواصفـات العالميـه او الكود المصرى ويمكن الاستعانه لمعـرفه مدى الاداء التأريضى من خلال الوقـايه ضد التسرب الارضـى حيث يتم تركيبه فى المدارس الصناعيه والورش والمدارس الفنيـه المتخصصه وفى المعامل المدرسيـه بكافه انماطهـا بالاضـافه الى مـراكـز التـدريب العملى ومعمل اجهزه القيـاس ومعـامـل اللغـات واجهـزه الحاسب الالكترونى وقـد يفضل فى بعـض الحالات الهامـه استخدام البرايز الثلاثيه بمعنى الثنائيـه ذات الاطراف الثلاثه حيث يكون الطرف الثالث مختص بالتوصيل مع النقطه صفريه الجهد والتى عاده تنتج عن التأريض المحلى بالرغم

من ان له مضارا على سعه القاطع الكهربى فى هذه المنطقه .
امـا عن الوقايه لزياده التيـار فانها هـامه واسـاسيه فى كل الشبكات الكهـربيه الخاصـه بالابنيـه التعليميه وهـى تستخـدم فى كل دائره ولابد من توافـرها وهـى تعمل تبعا لنوعيـه المفـاتيح المستخدمـه فى الدائـره ويعطى الشكل رقم ٨-١٦ (ص: ٢١١) منظرا للمفتـاح الكهربى وعليـه مكان ضبط قيمه تيار الفصل ويدخل فى الاعتبـار ايضا الفصل الحرارى لانه يمثل التحميل الزائـد ويعطى الشكل رقم ٨-١٦ الفكره الجوهريه فى ضبط الاجهـزه القـاطعـه للتيـار فى الشبكـه من حيث الترتيب ومكان العطل او الخطـأ حتى يتم الفصل الصحيح دون التأثير على غيرها من الدوائـر الكهـربيه القـريبه او المتصله معهـا فى ذات اللوحه الفرعيه .
كما انه يمكن استخدام سكاكين كهـربيه حـديثه تعمل على الحمل وتصل الى ٢ كيلو امبير وكذلك مع فيوزات (مصهرات) من النوع HRC كـبـيره السعه ويقدم الشكل رقم ٨-١٧ (ص: ٢١١) بعضا من هذه النوعيات حديثه الصنع .
فى الحقيقـه تعتمـد الورش فى المدارس الصناعيـه على تشغيـل المحـركـات والتى بدورها تستخـدم لخدمه الانشطه التعليميـه ويبين الجدول رقم ٨-٢ اسلوب الوقايه ضـد زياده التيار باستخـدام المصهرات ويقدم سعه المصهـرات المرادفه لبعض المحركات الكهـربيه الثلاثيـه ذات التشغيل المباشر او القفص السنجابـى وهى المحركات التى يظهـر فيها ان تيار التقويم يساوى ٦ امثال تيـار التشغيل وهو ما كان دائما يتبع ومازال يتبع احيانا فى وقايه المحركات من هذا الطراز .

الجدول رقم ٨-٢ : سعه المصهرات للمحركات الكهربيه الثلاثيه

سعه المصهر (امبير)	قدره المحركات (كيلووات)	
	٢٢٠ فولت	٣٨٠ فولت
٢	٠,٢٥	٠,٤٥
٤	٠,٥٥	١,٠٠
٦	١,٠٥	١,٨٠
١٠	١,٩٠	٣,٣٠
١٦	٢,٦٠	٤,٥٠
٢٠	٣,٥٠	٦,٠٠
٢٥	٥,٢٠	٩,٠٠
٣٦	٧,٢٠	١٢,٥٠
٥٠	١٠,٠٠	١٧,٠٠
٨٠	١٧,٠٠	٣٠,٠٠
١٠٠	٢٣,٠٠	٤٠,٠٠
٢٠٠	٥٢,٠٠	٩٠,٠٠
٢٥٠	٨١,٠٠	١٤٠,٠٠
٣٠٠	٩٣,٠٠	١٦٠,٠٠

هذه الارقام المجدوله هنا ليست هى كل الانماط القياسيه المحدده با لمواصفات بل هى جزءا بسيطا منهـا من اجل الشرح والمزيـد من القـاء الضـوء على التقنيـات القـديمـه التى

مازالت فى الخدمــه حتى يومنا هذا ولكن يجب احترامها أيضـــا اذا ما طلب التجـديد نتيجه التهالك لها فانه يجوز الاحلال والابدال بما هو حـديث وسوف يكون ايضا جيدا ويعرض الشكـــل رقـــم ٨-١٨ (ص: ٢١١) شكلا لاحد المحركات الكهربيه والتى تعرف باسم المحركات عاليه الكفاءه لانه من الواضـح ان معامل القدره منخفض فى المحركات على وجه العموم ومع التقدم العلمى اصبحت تتواجد مثل هذه المحركات عاليه الكفاءه .

عندما تختلف طريقه تقويم المحركـات الكهربيه نجد ان اسلوب التشغيل ستار / دلتا هو الشـائع حيث يكون تيار التقـويم فى هذه الحاله مســاويا لضعف تيار التشغيل مخالفـا الحاله السابقـه ونرى فى الجدول رقم ٨-٣ بيانا بسعـه المصهرات اللازمـــه فى حاله هذه المحركات الكهربيه مع التقـويم باسلوب ستار / دلتا بمده لاتزيد عن خمس ثوان غير ان هذه المحـركات تعتمد على عـدد من العوامل التـى تؤثر فى مستوى الاداء وقـدرتها وكفاءه التشغيل وقد استحـدث العديد من انواع المحـركات الكهـربيه التى تتطور بسرعـه وتقدم الخدمه بافضل الدرجات .

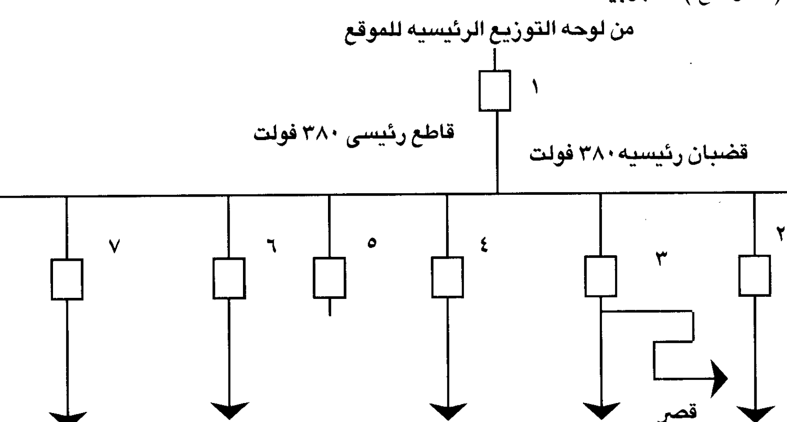
الجدول رقم ٨-٣ : سعه المصهرات للمحركات الكهربيه الثلاثيه

سعه المصهر (امبير)	قدره المحركات (كيلووات)	
	٢٢٠ فولت	٣٨٠ فولت
٢	٠,٤٣	٠,٧٥
٤	١,٠٠	١,٧٠
٦	١,٥٥	٢,٧٠
١٠	٢,٦٠	٤,٥٠
١٦	٤,٠٠	٧,٠٠
٢٠	٥,٥٠	٩,٥٠
٢٥	٧,٠٠	١٢,٠٠
٣٦	١٠,٠٠	١٧,٥٠
٥٠	١٤,٥٠	٢٥,٠٠
٨٠	٢٤,٠٠	٤١,٠٠
١٠٠	٣١,٠٠	٥٣,٠٠
٢٠٠	٦٢,٠٠	١٠٧,٠٠
٢٥٠	٨١,٠٠	١٤٠,٠٠
٣٠٠	٩٣,٠٠	١٦٠,٠٠

بالرغم من طلب التحديث الا انه يجب الاهتمام بهذه المنهجية الوقـائيةلانه مازالت هناك العديد من المدارس القديمه والتى يتوافـر فيها هذه النوعيه بكميات كبيره وتعمل باقتدار ولايجوز الاستغناء عنها لانها تقادمت او تهالكت بينما هى فى الحقيقه فى احسن حالاتها نتيجـه الاستخدام الهندسى السليم وعـدم الاضرار الســابق لها وتكاد بعض الورش ان تكون مازالت على حالتها تقريبا .

اولا : زمن الفصل التلقائى TRIPPING TIME

عـوده الى اسلوب ضبط التيـار او زمن الفصل بناءا على الترتيب نجـد الشكل رقم ٨-١٩ يعـرض عينه من الرسم الخطى للوحـه توزيع فـرعيـه حيث يظهر فيهـا القصر على احـد المغذيات رقم ٣ ومـدى تأثره باسلوب الضبط للمفتاح الكهـربى المختص رقم ٣ حيث انه من المفـروض ان يفصل المفتاح رقم ٣ فقط ولايجوز من الناحيه الكهربيه ان يفصل أخر فـاذا كان الضبط الـزمنى هو ٠,٣ بينما الضبط الزمنى للمفتـاح الرئيسى رقم ١ اقل من ذلك فمثـلا ٠,٢ فيكون الفصل التلقـائى للمفتـاح الرئيسى اولا وبذلك لن يفصل المفتـاح المختص على الاطلاق بينما اذا تم ضبط المفتـاح الرئيســى رقم ١ على الضبط الزمنى ٠,٤ فيكون الفصل التلقائى فى هذه الحاله صحيحا ويفصل المفتاح رقم ٣ فقط ويجب الاشاره الى ان هذا المثال توضيحى حتى تظهر الفكره الاساسيه فى الترتيب الزمنى لفصل المفاتيح (القواطع) الكهربيه .



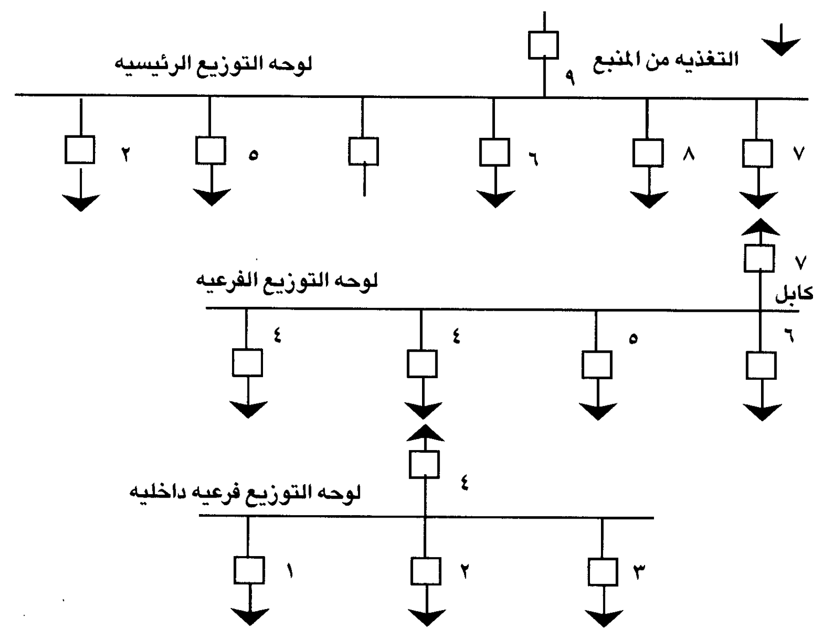
الشكل رقم ٨-١٩ : الرسم الخطى للوحه توزيع فرعيه بها قصر

من هذا العـرض نرى ان الفصل الصحيح يأتى من الوضع الاخير ويكون التشغيل سليما لانه لن يفصل الا المفتـاح رقم ٣ والذى يتحمل العبء الخاص بالقصر الموجود فى دائـرته وسوف تستمر التغذيه الى باقى الدوائر المغذاه فى اللوحـه وما يتبعها ماعدا ما يتبع المفتاح رقم ٣ والذى عليه القـصر SHORT CIRCUIT وهو ما يجب ان ينتبه له المهندس المختص حتى لاتتـوه منه المعلومه الصحيحـه ويتصور ان الخطأ فى المفتـاح او ان القصر فى مكان آخـر بالنسبـه للحـاله الاولى والتى يفصل فيهـا المفتـاح رقم ١ نتيجـه الضبط الزمنى الخاطىء فتكون النتيجـه فصل جميع الدوائر المغـذاه من هذه اللوحـه الفرعيـه ويكون

الانقطاع اكبر بينما العلاج فى ضبط وضع الفصل للمفتاح وليس المفتاح الواحد بل جميع المفـــاتيح على الترتيب ويؤدى الى انقطاع شـــامل بدلا من الوضـــع الصحيح وهو الفصل التلقائى المحدود من خلال الفصل للمفتاح رقم ٣ فقط .

على الجانب الاخـر يجب ان يتم الضبـط لكل المفـاتيح فى اللوحـه الـواحـده بشرط الا يقل الضبط الزمنى للمفتـاح الرئيسى عن باقى المفـاتيح التى تتـواجد فى ذات اللوحـه او تلك المفاتيح التـاليه الى لوحات اخـرى تحصل على التغذيه من اى من المفـاتيح فى هذه اللوحه وهذا يعنى وضع درجات متدرجه متواليه للضبط الزمنى على النحو التالى :

١ - لوحه التوزيع الرئيسيه : المفتاح الرئيسى يضبط على اكبر قيمه للضبط الزمنى T ولكن اى مفتاح اخر فى اللوحه لابد وان يضبط زمنيا باقل من T بقدر ما .



الشكل رقم ٨-٢٠ : الرسم الخطى لترتيب الضبط الزمنى للفصل التلقائى فى شبكه توزيع بالابنيه التعليميه

٢ - لوحـه التـوزيع الفـرعيـه : المفتـاح الرئيسى يحدد على قيمـه ضبط زمنى فى اللوحـه ويسـاوى او اقـل من الضبط الزمنى الخاص بالمفتاح المغـذى له من اللوحه الرئيسيـه بينما

اى مفتـاح اخـر يجب ان يكون اقل من الضبط الزمنـى للمفتـاح الرئيسى بذات اللوحـه الفرعيه .

٣ - يتم اتبـاع نفس العمليه مثل الشجـره حتى يكون الضبط سليما ويوضح الشكل رقم ٨-٢٠ هذا الضبط التسلسلى للمفاتيح فى شبكه داخليه كاساس لباقى القواطع المستخدمه فى الشبكه .

ومن الرسم نجـد ان الارقام امام كل مفتـاح تعنى امكانيه الترتيب له زمنيـا داخل الشبكه ككل فنبـدأ بالفصل الاول عند المفتـاح رقم ١ ويمكن ان يتسـاوى الضبط الزمنى لجميع المفـاتيح المجـاوره وهى ارقـام ٢ و ٣ لتكون نفس الزمن ولكن يمنـع من رفع الزمن عن المفتاح المغذى لهم رقم ٤ باى حـال من الاحوال والا يقع الخطأ على المهندس المشرف على التشغيل لان هذا الضبط هو من اختصاص المهندس القـائم بالتشغيل والصيانه ان كانوا شخصا واحدا او الصيانه ان لم يتـواجد مهندس التشغيل فى المنظومه الاداريه والتنفيذيه وبعد ذلك يتسـاوى زمن الفصل لكل من المفتاحين رقمى ٤ لانهما على طرف مغـذى واحد مع امكانيه ان يتـأخر المغذى قليـلا جدا عن المغـذى اليه ولكن لن يكون هناك فـرقا طالما انهما على مغذى واحد .

بالصعود الى اللـوحه المغذيه يمكن ان يتسـاوى جميع المفاتيح مع المفتـاح رقم ٤ او حتى يقل البـاقـون عنه فى الزمن لانها دوائـر منفصله او تزيد عنه ايضـا الا انه بشرط الا يزيد ضبط اى منهم زمنيا اكبر من المفتاح المغذى لهم وهـو رقم ٧ وبالتالى يتساوى المفتاحين على طرف الكابل الواحـد وننتقل ليتكـرر نفس الشرط السـابق فى اللوحـه السـابقـه التى ذكرناها توا .

ثانيا : تيار الفصل التلقائى TRIPPING CURRENT

نلتقى مره اخرى نحو الفصل التلقائى والضبط له ولكن هذه المره مع تيار الفصل وهو ما يجب ان نراعيـه فى عمليـه الضبط داخل المنشأه التعليميـه ولذلك نجـد ان احـد المفـاتيح مخصص للفصل عند تيـار ١٥ أمبير بينما جاره مخصص للفصل عند ٦٠ أمبير وتظهـر هنا اهميـه الضبط الزمنى والذى بدأنا بـه الشرح لانه بعـد ذلك يكون مسئولا عن الفصل عنهما الاثنين مفتـاح رئيسى قـد تصل قيمـه الفصل التيـارى به الى ٢٠٠ أمبير ويكون المفتاح ١٥ أمبير بالنسبه له مهمل القيمه ولن يشعر بة فى بعض الحالات .

هذه العمليه لانهتم بها اذا ما كان هناك قصر مباشر ويمثل خطوره ويكون التيار الحقيقى فى هذه الحاله كبير او ليس ١٥ أمبير فحسب بل هو تيار كـامل ويجب اخراجه من الشبكه فورا او بالمعنى الادق اخراج الشبكه فى الابنيـه فى هذه المنطقه الصغيره من الشبكه الكليه فى الابنية ، او اذا ما كان هذا عند اللوحة الرئيسية فيكون المطلوب اخراج الشبكة الداخلية الكليه للابنيه من الشبكه المغـذيه له وهذا امر طبيعى ومعروف وسهل الفهم والاقتناع به ولايحتاج الى الشرح .

ولكننا بصدد موضوع ليس هو القصر المباشر ذلك الذى ذكر فى الفقره السابقه بل هو الخطأ التشغيلى الذى يتسبب فى تشغيل معده او محرك او ماكينه او مهمه كهربيه على المفتاح الصغير ذو ١٥ أمبير ويكون فيه التحميل الزائد ولكن نتيجه الخطأ الضبطى فلم يتحرك المفتاح المختص وبالتالى اذا ارتفعت قيمه التيار من ١٥ الى ٢٠ أو اكثر قليلا نتيجه تحميل زائد وهو بالتأكيد ضار جدا الا ان المفتاح الرئيسى لن يشعر بذلك ولن يحرك ساكنا وسوف يعتبر ان ٢٠ أمبير امر عادى او حتى ٦٠ أمبير الى ان يحترق ذلك الجزء تحت الضبط الخاطىء وعندئذ يحدث القصر فيشعر به المفتاح الرئيسى وقد يشعر به نفس المفتاح المختص .

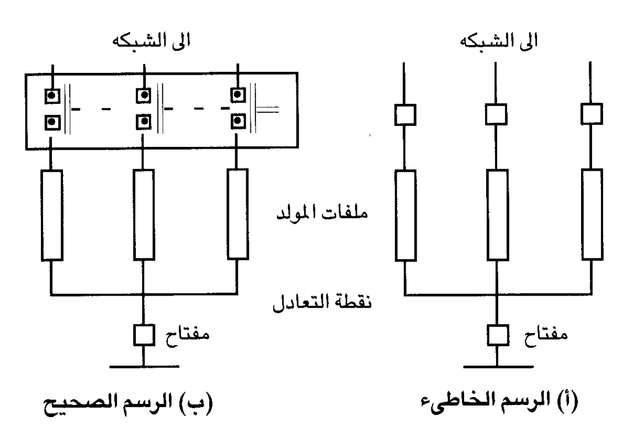
لهذا نجد المفاتيح الكهربيه ذات التصنيع الجيد تعطى الامكانيه للضبط لكلا من زمن الفصل وهو ما سبق شرحه بالتفصيل وتيار الفصل حيث ان التحميل الزائد يعتبر عنصرا اساسيا عند التعامل مع المهمات الكهربيه لحمايه مهمات الورش والتى معها لايجوز التهاون ويقدم الشكل رقم ٨-٢١ (ص: ٢١١) شكلا لها والضبط لكلا من التيار والزمن بينما ان هذا الموضوع بالنسبه للشبكات القوميه يأخذ نفس الطابع الا انه يتم بشكل اعمق عن هذا نتيجه اسلوب الاتجاه الفصلى والتداخل بين الخطوط والتغير المحتمل لاتجاه سريان الطاقه بالاضافه الى غير ذلك من عوامل هامه ايضا لاتقل فى الاهميه عن تلك المذكوره ولكننا لسنا بصدد الدخول الى هذه العوامل بل نتكلم بتركيز شديد على الشبكات فى الابنيه التعليميه .

ثالثا : ملمسات القاطع الثلاثى SWITCH CONTACTS

جدير بالذكر بعد ما سبق انه بالنسبه للمفتاح الثلاثى لايجب ان يورد شكله على انه عباره عن مفتاح على كل وجه كما سبق وان تم فى الشكل رقم ٨-٦ بل انه لابد وان يكون مفتاحا واحدا به ثلاث ملمسات (ملمس لكل وجه) كما هو مبين فى الشكل رقم ٨-٢٢ حيث نرى المفتاح الثلاثى على الرسم الثلاثى لا الخطى حتى يكون الامر واضحا بان الثلاث اوجه لابد وان يتم فصلهم جميعا فى وقت واحد او بالعكس اى توصيلهم فى وقت واحد مع ان الواقع غير ذلك وهو ما يسبب الارتفاع فى الجهد نتيجه ما يعرف باسم الفجائيات الجهديه .

فى الحقيقه الملمسات تتواجد بنوعين فى كل وجه احدهما ثابت والاخر متحرك ولذلك نجد ان الاطراف الثابته هى الملمس الثابت والتى تدخل مع الدائره مباشره بينما الملمس المتحرك هو ذلك المتصل ميكانيكيا مع الملمسات المتحركه للاوجه ليكون التشغيل لهم جميعا معا وفى وقت واحد سواء كان ذلك اثناء الفصل التلقائى او فى المناورات او اثناء التوصيل وعلى الرغم من ذلك فان التوصيل والفصل لايتمان فى وقت واحد لان الوقت هنا يمثل اللحظه القليله المتناهيه فى الصغر والميكروثانيه يمثل وقتا كبيرا بالنسبه لها .

اضافه الى هذا فان للملمسات اهميه خاصه اثناء الفصل لانه لو لم تتمكن من فصل التيار الكهربى المار فى المفتاح فى لحظه الفصل سوف تستمر الشراره الكهربيه بين كلا من الملمس المتحرك والثابت رافعه الحراره الى ان تنصهر الملمسات تماما ويحترق المفتاح كله ولن يتم الفصل بعد ذلك من خلال هذا المفتاح وهذه عمليه فى منتهى الخطوره والتى تشير الى ضروره التأكد من جوده المفتاح قبل التركيب فى الشبكه وضروره اختباره فعليا فى الموقع وهل يستطيع الفصل التلقائى ام لا على قصر اذا حدث من خلال الأختبارات القياسية المحددة طبقا للمواصفات .



الشكل رقم ٨-٢٢ : المفتاح الكهربى على الرسم الثلاثى

٨-٤ : المتمم الرئيسى MASTER RELAY

بالعودة الى الشكل رقم ٨-٧ والخاص بالوقاية الكاملة لوحدات التوليد وكذلك الشكل رقم ٨-٦ والخاص بفرملة المهيج Exciter نستطيع حصر نوعية الوقاية للمولدات على النحو التالى :

اولا : وقايه تستلزم فصل المولد من جميع الجهات وهى :

١- الوقاية التفاضلية للملفات Differential Protection

٢- وقاية اتجاه ترتيب الأوجة Negative Phase Sequence

٣- وقاية القصر بين لفات أحد الأوجة Turn To Turn S.C.

ثانيا : وقاية تستلزم فصل المولد من جهة التغذية دون التعرض الى جهة نقطة التعادل وهى :

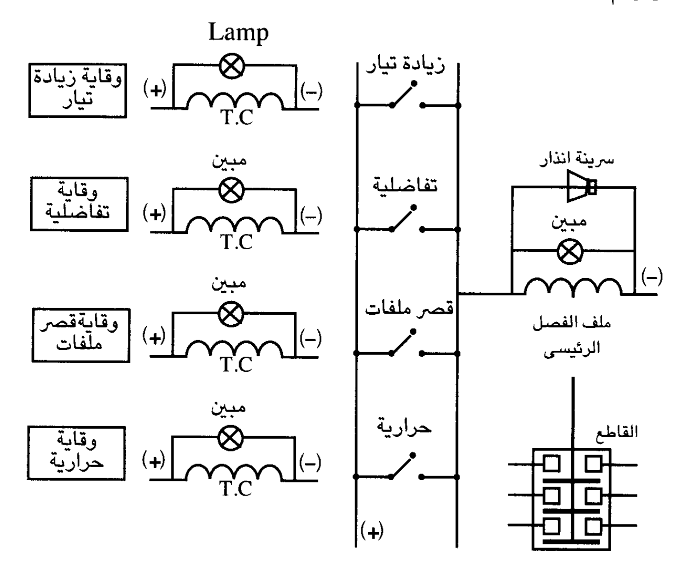
١- الوقاية ضد زيادة التيار Over Current

٢ـ الوقاية من زيادة الحمل Over Load
٣ـ الوقاية الحرارية Temperature Rise
٤ـ وقاية التسرب الأرضى Earth Leakage
٥ـ الوقاية ضد عدم التماثل Unbalanced Load

من هذة النقاط نستنتج أنة من الضرورى تحديد نوعيـة الوقاية ولأى التقسيم هذا تندرج ومن ثم يتطلب الوضـع اعطاء أمـر الى مفتاح أو الى عدة مفـاتيح ولذلك يصعب التنسيق فى التوصيـلات لكل هذة النوعيات من المتممات فى دائـرة الفصل بالتيار المستمـر مما جعلنا نتجة الى اسلوب أفضل تحديدا ويتلخص فيما يلى :

١ـ تخصيص مركز لكل قاطع يقوم بأستقبـال كل الأوامر الصـادرة الية من أى من دوائر الوقاية لفصل القاطع بصرف النظر عن نوعية الوقاية .

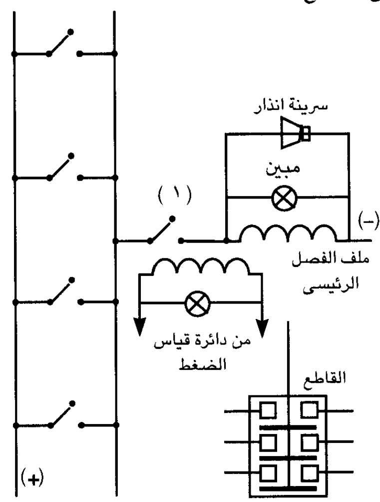
٢ـ أدخال هذا الأمر على متمم خاص بالقاطع ذاته به ملف رئيسى للفصل كما هو موضـح فى الشكل رقم ٨–٢٣ .



الشكل رقم ٨ـ٢٣ : المتمم الرئيسى لقاطع كهربى

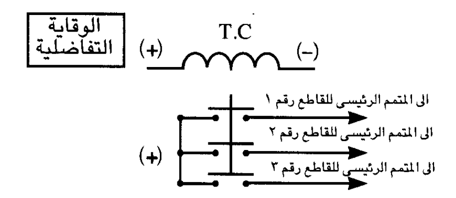
بالاطلاع على الشكل رقم ٨–٢٣ نجد أن دائــرة المتمم الرئيسى مستقلة عن دائرة المتممات المختلفة المصدرة للامر فيما عدا أنها تعطى أمر التشغيل لمفتاح المتمم الذى يدخل مع دائرة المتمم الرئيسى حيث أحـد أطرافه يتصل بـالقطب الموجب من محطة التيار المستمـر ومن

الناحية الأخرى يتصل ملف الفصل الرئيســى الذى يحصل على الجهد السالب من الطرف الأخر وهذا الملف المسئول عن فصل ملمسات القاطع الكهربى على الجهد العالى .
بهذا الأسلوب نستطيع انهاء عملية الفصل للقـاطع المحدد بناء على تأثير أى وقـاية تخصة وهو الممثل بمفـــاتيح عـديدة متصلة على التـــوازى معــا لتغـذى ملـف الفصل الرئيسى Master Tripping Coilوهوما يقوم بعملية الفصل وأعطاء الأمر للجهاز الحركى الميكانيكى لملمسات القاطع ولكن عملية الفصل تمثل الخطورة القصوى خصوصا اذا كان التيار المار فى القـاطع هو المقنن أو أكثـر ولذلك لابد مـن توافـر جميع العناصر اللازمـة لانهاء القطع الشرارى بكفاءة وفى سرعـة تامة أما اذا كـانت الشروط اللازمة للقطع الشرارى غير مكتملة مثل أنخفاض ضـغـط الهواء فى القواطع .Air Blast C.B وضـغط الغاز فى القـواطع الغازية SF6 أو أنخفاض مستوى الزيت فى القواطـع الزيتية أو خروج مدى التخلخل عن الحـدود المسمـوحة فى القـواطع التخلخلية فـلابد من أن يدخل مفتاح على التـوالى مع ملف الفصل الرئيسى ليمنـع تشغيل هذا الملف ويـوضـح الشكل رقم ٨ـ٢٤ المتمـم الرئيسى لقــــاطع كهربى يعمل طبقـا لشروط التصميم وهو ما يمكن أن يتم بتوصيل المفتـاح رقم ١ فى حالة توافـر شرط الضـغط هذا تلقائيـا أما مع أنخفـاض الضـغط عن المدى المسموح بة يتحـول المفتاح رقم ١ الى وضـع الفصل Off مما يمنع ملف الفصل الرئيســــى مـن الأحساس بأى تشغيل فعلى لإى من أنواع الوقـاية الملحقـة عليـة ويكون له بذلك مفعـول فـرملة الفصل Inter Lock فيحمى القاطع نفسة .



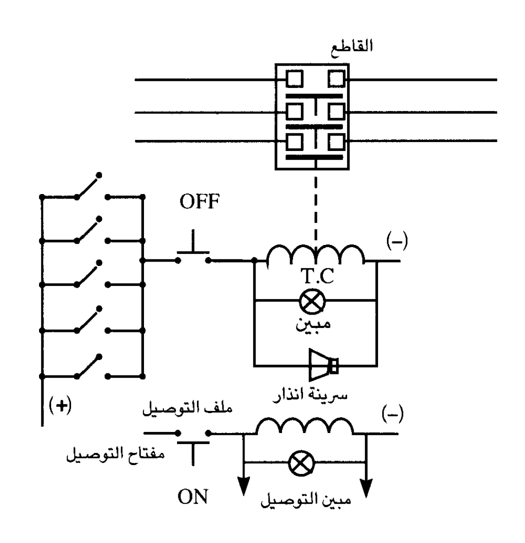
الشكل رقم ٨ـ٢٤ : متمم رئيسى لقاطع كهربى يحمية ضد انخفاض مستوى الضغط فى الغرفة الشرارية

نرى أيضا فى الشكلين رقم ٨-٢٣ ، ٨-٢٤ تواجد مبين أشارة ضوئى ويكون مؤكدا لنوع الوقاية التى تسببت فى تشغيل القاطع فصلا أضافة الى بيان أتمام أمر الفصل أو ظهور بيان أنخفاض الضغط والذى يتصل بدائرة قياس الضغط ويعطى أمر فصل للمفتاح رقم ١ عند أنخفاض هذا الضغط تبعا لنوعية القاطع الرئيسى .
أستكمالا لعملية الفصل نجد أنة هناك بعض أنواع وقائية تعطى الأمر الى أكثر من قاطع وبالتالى يلزم أرسال الأمر الى كل ملف فصل على حدة فالشكل رقم ٨-٢٥ يبين كيفية الفصل بين دوائر الفصل بالتيار المستمر عند صدور الأمر الى أكثر من قاطع مثل حالات الوقاية التفاضلية التى قد تعطى أمر الفصل الى ثلاث قواطع مختلفة .



الشكل رقم ٨-٢٥ : متمم التيار المستمر متعدد نقاط التوصيل

بعد هذة الأستفاضة فى تتابع عملية الفصل داخل المتمم الرئيسى نجد أن ملف الفصل يختص فقط بعمليات OFFOPERATIONSوهو ما لا يجوز أستخدامة لتوصيل القاطع ولذلك يحتوى المتمم الرئيسى MASTER RELAY على :
١- ملف الفصل الرئيسى MASTER TRIPPING COIL وهو ما سبق شرحة فى الفقرات السابقة .
٢- ملف التوصيل CLOSING COIL ولا يحتاج هذا الملف للحماية ضد أنخفاض الضغط مثل حالة الفصل لأن التوصيل لا يمثل خطورة على أنفجار القاطع أو أرتفاع حرارى هائل فى لحظات وجيزة ولذلك نرى فى الشكل رقم ٨-٢٦ شكل المتمم الرئيسى للقاطع الكهربى .



الشكل رقم ٨ـ٢٦ : شكل المتمم الرئيسى

وهكذا ننطلق الى أستكمال الصورة لعمل المتمم الرئيسى للقاطع ولنأخذ مثالا لوقاية محول ثلاثى الملفات كما هو مبين فى الشكل رقم ٨ـ٢٧ وقد تم تحديد الوقايات على النحو الموضح وبهذا يتضح أنه يتم فصل جميع الجهات فى الحالات الأتية :

١ـ الوقاية التفاضلية على الملفات .

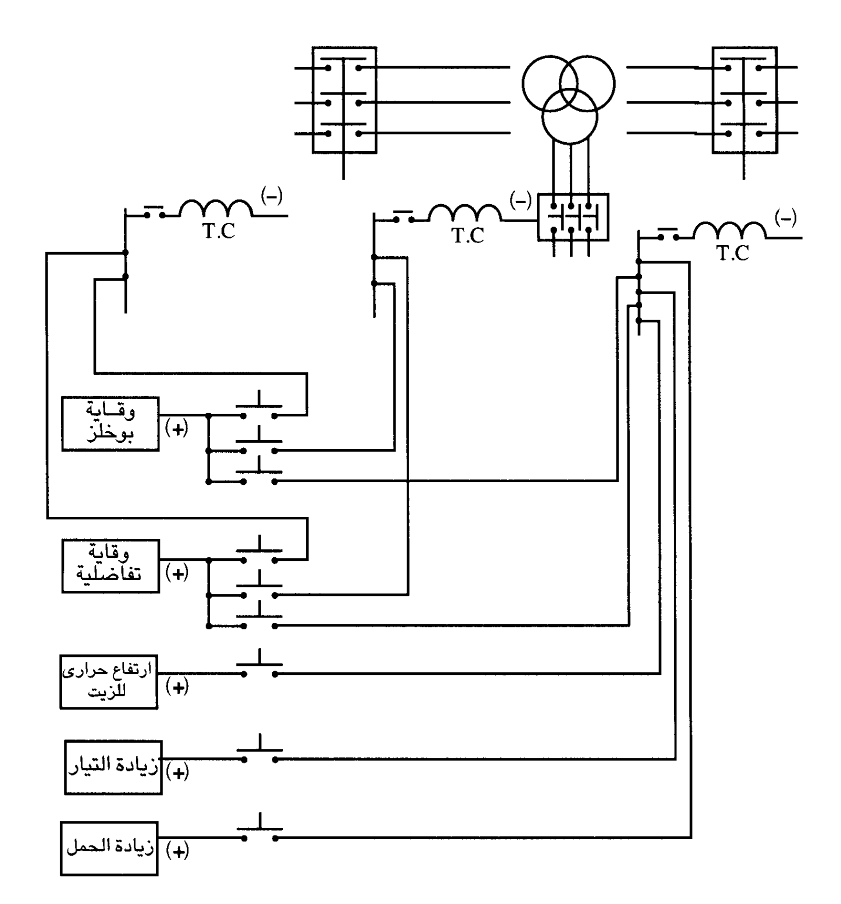
٢ـ الوقاية الغازية .

بينما نكتفى بالفصل من جهة الخطأ فقط فى حالة الوقاية ضد زيادة التيار وهو ما ينتج عادة عن القصر أما الفصل من جهة واحدة يكفى فى الحالات التالية :

١ـ الزيادة الحرارية الى الحد اللازم للفصل وذلك من خلال جهاز الوقاية بالقياس الحرارى للزيت .

٢ـ أستمرار زيادة الحمل بفترات تزيد عن المسموح بة طبقا لتعليمات المصنع .

حيث تم الأعتماد على اسلوب ملفات الفصل متعددة الملمسات فى الوقايات التى تحتاج الى ذلك فيتم التوصيل بعد ذلك مع أطراف الدخول لملف الفصل الرئيسى لمتمم القاطع والرسم يوضح هذا بجلاء .



الشكل رقم ٨ـ٢٧ : وقاية محول ثلاثى الأطراف

الفصل التاسع
تصميم الموقـــع
DESIGN OF LAYOUT

يستـلزم الامر فى الـبدايه الى تأسـيس ماهيـه ما يسمى بالموقـع lay out وماذا نريد منـه او بالمعنى الاصح مـاذا نستطيع ان نأخـذ منه او من خلالـه والاجابه بسيطه وواضحـه المعالم حيث ان هذا الموقع يعنى كيفيه تنسيق مكونات المحطه بالنسبه الى بعضـها البعض وقد ينظر الى هـذا الموضوع بنظره غير عميقه او الى انـه موضوع سـهل ولكنـه فى الحقيقه علامه حيويه لفهم القواعـد الهندسيه وتطبيق الاسس العلميه فى الاستفاده من كل شبر فى الموقع حتى يكـون العمل التصميمى اقتصـــاديا بالدرجـــه الاولى وفى هـذه الحاله يكون المصمم قـد ادى دوره فعـلا فى خـدمـه هذه المكونات ووصل الى اقل تكلفـه ممكنه لشغل الحيز الفـراغى والارضـى المتوفر لدينا لاقـامه المحطه وكل مـايلزمها من مهمات وادارات لتشغيلها على الوجه الاكمل مع اتاحه الفرصه للعاملين بالمرور فى الاماكن المختلفه لمباشره اعمالهم .

نحتاج الى محورين للعمل هنـا فى كيفيه الاستفاده القصـوى من الموقع وذلك حتى يكون العمل هندسيا بالدرجه الاولى وهذين المحورين هما :

١ـ المحور الارضـى .　　　　　٢ـ المحور الفراغى فوق الارض .

وذلك حتى لا نضطر الى استخدام ارضا اضـافيه زياده على الارض التى يمكننا الاستفاده منها فيما لو اتبعنـا المحورين بدلا من المحـور الارضى فقط وهذا ماسـوف نسهب فيه فى الفقرات التاليه من هذا الفصل .

٩ـ١ : ترتيب الخلايا ARRANGEMENT OF CELLS

من اول نظره عـابره الى الخبره العمليه فى مجال الشبكـات الكهربيـه كما نرى من الشكل رقم ٩ـ١ والذى يعرض شكلا لمحور رئيسى جهـد ٢٢٠/٦٦ك.ف. فى محطه كهربائيه فى الخلاء out door ونعـرض الشكل ليس لدراسـه المحـول بل حتـى نرى انه يكون امـامنا مسـتـويات مختلفـه لجهد التشغيل وتعـرض الصـوره ان المسـافه البينيـه بين عـازلات الاختراق على الجهد الاعلى ٢٢٠ك.ف. اكبر من مثيلاتها فى الجهد المنخفض ٦٦ك.ف. وهو الوضـع الذى يجب الانتبـاه له من البـدايه حيث ان المسـافـات البينيـه تؤثر بفعـاليـه فى التصميم للموقع والتوفير فيها يعطى المزيد من الوفر المالى المطلوب للانشاء والتشغيل .

اذا نظـرنـا الى الشكل رقم ٩-١ (ص: ٢٤٥) نجد ان هذه النوعيه من المحولات تتواجد فى كلا من محطات التوليد والمحولات وكذلك تحتـوى محطات التوليد على جهه واحد ه للربط مع الشبكه الكهـربيه بينما محطات المحـولات ترتبط من جهتين واحيانا ثلاثه وهذا يـؤكد على اهميـه التعامل مـع دراسات التصميم فى محطات المحـولات حتى يكون الشرح وافيـا

للنوعين المشار اليهما من المحطات الكهربيه .

من هذا المنطلق نتجه الى محطه المحـولات فى الشكل العام كى نتعـامل معها ولكنه يستلزم ان يكون الرسم الخطى للمحطه جاهزا قبل البـدء فى هذا التصميم الموقع وهو ما يجب ان نتبينه تمامـا حيث ان الموقع يعتمـد على تصميم الرسم الخطى او الرسم الثـلاثى لجميع الدوائـــر التى تتكـون منهـا المحطه ويقـــدم الشكل رقم ٩-٢ (ص: ٢٤٥) منظرا عاما لمكونات محطه مـا فى الخلاء ايضا وهى الصوره التى تظهـر لنا ان المكونات داخل المحطه تأخذ شكلا منظما ومرتبا بوضع نمطى لعدد من الاسباب نذكر منها :

١ـ ترتيب المكونات رأسيا على الارض .

٢ـ ترتيب المكونات افقيا على الارض .

٣ـ فسح المجال للعاملين فى التشغيل من اجراء المناورات والمتابعه والمراجعه الدوريه .

٤ـ اعطاء الفرصه للقائمين بالصيانه كى يعملوا بحريه وانطلاق .

٥ـ سهوله تركيب التوصيلات الثانويه فى المحطه .

٦ـ فتح المجارى الارضيه لرمى الكابلات اللازمه لتغـذيه الاماكن المختلفه فى الموقع سواء فى موقع الجهد العالى او حوش الجهد المنخفض .

٧ـ النظره الجماليه للموقع بالرغم من انه غالبا ما يتواجد فى الصحراء الجرداء .

٨ـ امكانيه الفصل بين مواقع معدات الجهد العالى عن موقع الجهد المنخفض .

من هذه الصــوره نرى ان الاســلاك تنتشر فى الفراغ اعلى المحطه فى اربعـه مستـويات من حيث الارتفاع يمكن تعريفها على النحو التالى :

١ـ مستوى اسلاك الوقايه من الصواعق .

٢ـ مستوى اسلاك القضبان .

٣ـ مستوى تعليق مساعد للاسلاك .

٤ـ مستوى التوصيلات للمعدات والمكونات فى المحطه .

وقـد تزيد المستـويات عن هذا الذى نراه فى الصــوره كما توضح الصــوره بجـلاء مـدى الترتيب والتنسيق الـذى تبرزه الصـــوره وهى ابلغ من الكـلام كما نلاحظ ان الارضيـــه مفروشه بالزلط حتى تقل نسبه تواجـد الاتربه ويقل معه مستوى التلوث بالاتربه حفاظا على العـازلات من الاتســاخ الترابى ومـا يسببـه من اضرار لمستـوى العـزل التشغيلى لها وبالتـالى يقلل مستوى الامان ضـد الشراره الكهربيـه عليها وبذلك يكون القـاء النظره الى الصـــوره قد حـدد بعضا من المعـالم الاســاسيه عند وضع التصميم للمـوقع فى مثل هذه الحالات .

جـدير بنا أن نتتبع دراسه التصميـم للموقع من خـلال المنظومـه الهندسيه التسلسليـه بدراسه عده قواعد اساسيه نفرد لهم الفقرات التاليه والتى تلقى الضوء على كيفيه توزيع

المكونات داخل المحطه ومـدى الاختياريه فى هـذا العمل وكيفيه التـوصل الى قرار لتحـديد مواقع المعـدات والادوات الخدميه داخل الموقع مثـل حجره المحولات ومـوقع تنكات ضغط الهواء فى المحطات التى تعمل فيها القواطع الكهربيـه بالهواء المضغوط ومقر حجره التحكم والمتـابعـه لاداره الموقع وتشغيله دون عناء ووضعهـا فى افضل الامـاكن التى تخدم هذا الغرض على أن يكون ذلك بالحسابات الهندسية والتى عادة توضع فى صورة جداول .

اولا : المساحه الكليه OVERALL AREA

بعـد التعـرض لما سبـق نجـد ان بدء التصميم يكون مع اعـداد التصميـم المتكامل للرسم الخطى للمحطه والذى يدلنا عن الدوائـر الكليه الداخله فى التصميم وبذلك يكون فى مثـالنا كما تحدد من قبل ان التصميم لمحطه محولات ان نوقع الامـاكن ترتيبـا منسقـا من خـلال محورين اساسيين هما :

١ـ المحور العرضى . ٢ـ المحور الطولى .

اما عن المحور العرضى فيختص بالتقسيم الاولى لشغل المساحه الكليه على النحو التالى :

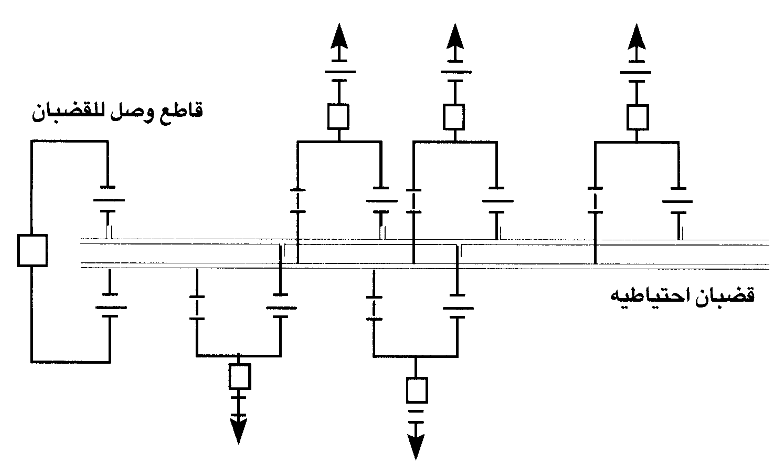
١ـ تحديد محاور لحجرات المحولات .
٢ـ تحديد الفاصل بين جهدى المحطه .
٣ـ تحديد حوش الجهد العالى
٤ـ تحديد حوش جهد الجهد المنخفض .
٥ـ تقسيـم الحوش كـل على انفراد .
٦ـ تحديـد محاور القضبان فى كل حوش .
٧ـ توقيـع محاور اجهـزه القياس .
٨ـ تحديـد محاور القواطع الكهربيه .
٩ـ تحديـد محاور السكاكين الكهربيه .

الشكل رقم ٩-٣ : توزيع المحاور على المساحة الكلية للمحطة

الشكـل رقـم ٩ـ٣ يحدد الصفـوف لكل مـن المعـدات التى ستتـواجـد فى الطبيعـه على الرسم الخطـى كى يتم التـوقيع لها فى الامـاكن المناسبـه وهـذا التقسيم

العـرضـى لشكل المحطه ككل لا يغنى عن باقـى التوزيـع المهم وهو التقسيم الطولى لذات المحطه والمتمثل فى الدوائر المختلفه طبقا للرسم الذى تم تصميمـه وهو ما سوف نتعرض له فى الفقـــره التـــاليـــه والخاصه بالتقسيم على المحور الطولى وهو ما يعتمد على ترتيب المعدات داخل الدائره .

يتم عـزل كل دائـره مستقله من القضبـان وحتى اطراف المحطه فى شكل مستقل كما هو مبين فى الشكل رقم ٩ـ٤ حيث لايجب ان تتداخل نقاط التوصيل عند القضبان فحسب بل يلزم وبالدرجـه الاولى الا تشترك فى ذات النقطه على الرسـم وهذا لايعنى انه من الممكن ان تكون التوصيلات على جهتين من القضبان بل يجب ان تكون الدوائر متتابعه الواحده تلو الاخرى كى يكون التنسيق تاما وصحيحا وهكذا سوف نجد نوعين من الخلايا هما :



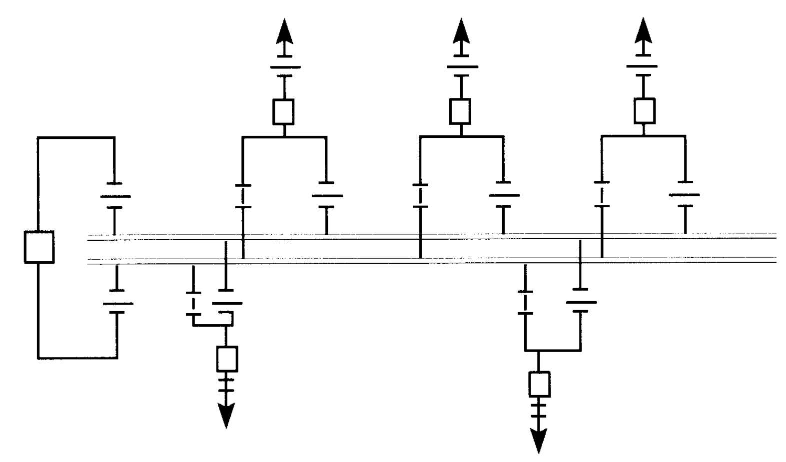
الشكل رقم ٩ـ٤ : الخلايا الكهربيه فى حاله تداخل

١ـ خلايا الجهد العالى HIGH TENSION CELLS

تمثل هذه الخلايا جميع التوصيلات على الجهد العالى ذاته وان تعددت هذه الجهود لزم عزل كل جهد على حده وتشمل الخلايا التاليه :

* خليه خط النقل الكهربى بالجهد العالى .
* خليه المحول الرئيسى جهه الجهد العالى .
* خليه محول الجهد على القضبان جهه الجهد العالى .
* خليه قـاطع الربط الطولى bus tie وهو مـا قد اشير اليـه بانه قـاطع الربط ولكن هذه التسميه توضح المعنى اكثر وهى المستخدمه فى حقل الكهرباء .
* خليه قاطع الربط العرضى bus coupler وذلك بدلا من التسميه السابقه والتى تحددت

باسم قاطع الوصل .
عندئـــذ يجب ان يعـاد ترتيب الخلايا التى وردت فى الشكـل رقم ٩-٤ لتصبح فى الترتيب المستقل وتأخـذ الشكل الذى يمكن ان نتعامـل معه فى الحقل الكهـربى عند التصميم كما نراه فى الشكل رقم ٩-٥ والذى يعطى نفس الرسم بالضبط ولكن فى الوضع السليم .

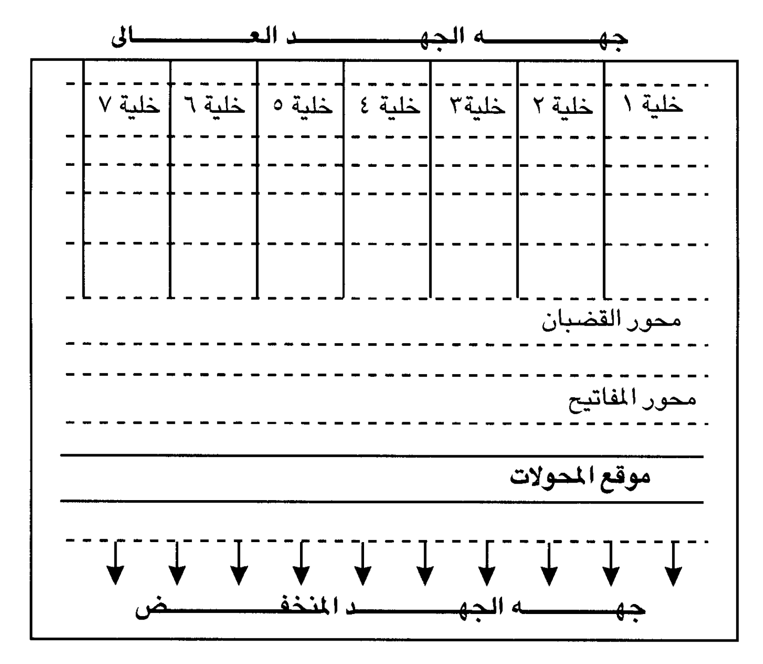


الشكل رقم ٩-٥: الخلايا الكهربيه فى تنسيق متتابع بدون تداخل

٢- خلايا الجهد المنخفض LOW TENSION CELLS

تتكرر ذات الخلايا السابقه للجهـد العالى ولكن تلك التى تخص الجهد المنحفض ويلزم التـذكره بانه لابد وان يزيد عـدد الخطوط الكهـربيه على الجهـد المنخفض عن تلك على الجهد العـالى نظرا لنقل نفس القدره ويكون التيار كبيرا فى الجهـد المنخفض الامر الذى يدعـو الى زياده عـدد الخطوط لنقل ذات القـدره الى الامـاكن المنوطه بها ويمكن ايضـا تحديدها كما يلى :

* خليه خط النقل الكهربى بالجهد المنخفض .
* خليه المحول الرئيسى جهه الجهد المنخفض .
* خليه محول الجهد على القضبان جهه الجهد المنخفض .
* خليه قاطع الربط الطولى bus tie
* خليه قاطع الربط العرضى bus coupler .



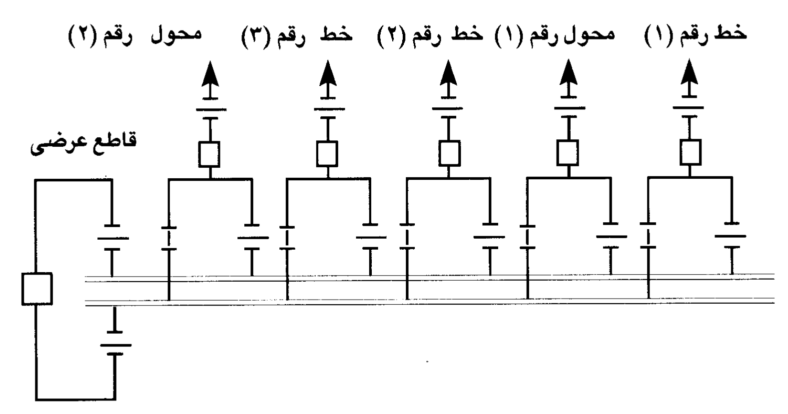
الشكل رقم ٩ـ٦: توزيع خلايا الجهد العالى على المساحه الكليه هندسيا

جميع الخلايا يجب ان تتتـابع ايضـا وبدون تـداخل معـا والا ذلك سـوف ينعكس على نظام العمل وارباكه فى التصميم للموقع او حتى اثناء التشغيل وهكذا يكون عدد الخلايا فى الضغط المنخفض اكثر بكثير من تلك فى الجهد العالى ولذلك نجـد ان الجهد العالى اكثر وضوحا عن مثيله على الجانب الاخر ككل كما نضيف هنا ان المعدات ذاتها المستخدمه فى الخليه مثل القـاطع الكهربى يكون اكبر فى الجهـد العالى وابعاده الهندسيـه اكبر والعزل الكهـربى اعلى عن مثيلـه فى الجانب الاخـر اى على الجهـد المنخفض وكـذلك بالنسبـه للسكاكين ومحولات التيـار والجهد والقضبـان ذاتها وهذا يشكل الفارق الاسـاسى بين الخلايا على الجانبين .

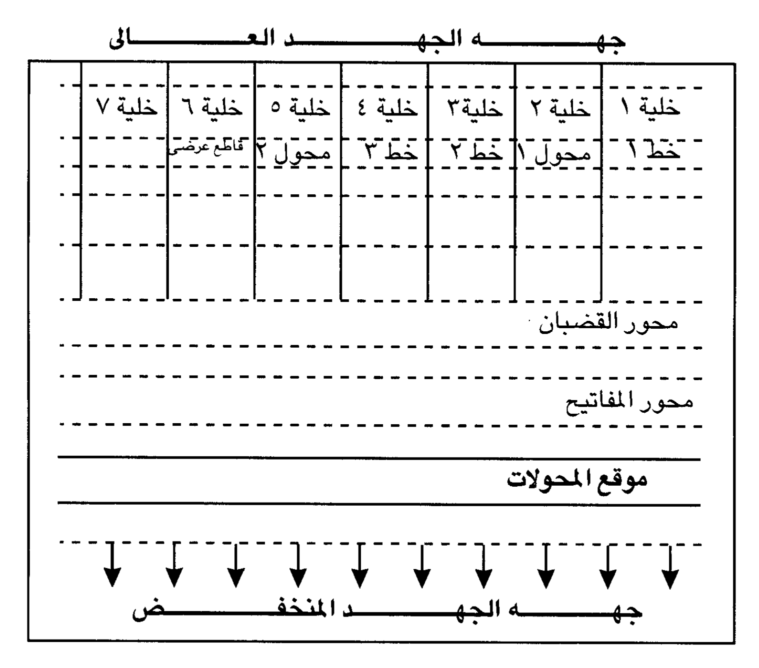
من الشكل رقم ٩ـ٥ نجد ان المسـاحه الكليه للمحطه والتى تم توقيع المحـاور عليها كما فى الشكل رقم ٩ـ٣ فانه يجب الان ان نعـود اليه ويتحدد عليهـا هذه الخلايا والتى تأخذ الشكل الهندسى الموضـح فى الشكل رقم ٩ـ٦ كى نتفهم لماذا تغير الرسـم فى الشكل رقم ٩ـ٤ ليصبح على النمط الـوارد فى الشكل رقم ٩ـ٥ وهو جـــوهر هذه النظـريه لتصميم الموقع lay out ويكون الرسم هذا قد وضع النقاط فوق الحروف .

على الجبهه الاخرى نجد ان المحاور الخاصه بالقواطع والسكاكين مابين المحولات والقضبان وهى التاليه بعد الخلايا الموقعه على الرسم تخصص لخلايا المحولات الرئيسيه بالمحطه وهى تعتمد على عددها مما يجعل باقى الارض خاليه من الخلايا ويتسبب فى ارتفاع التكلفه الاقتصاديه للانشاء نتيجه التزايد المستمر فى سعر الاراضى عموما ليس فى مصر فقط بل على المستوى العالمى نظرا للكثافه السكانيه والبشريه المتزايده بمعدلات مرتفعه على البسيطه وهو ما يتسبب فى الارتفاع السعرى لكل المواد ومن بينها الاراضى بالرغم من ان هذه الاراضى عاده ما تكون صحراء قاحله الا انها تندرج فى نفس المنظومه السعريه .

انطلاقا من هذا المحور الاستراتيجى يتم اللجوء الى الاستعانه بالفراغ الهوائى فوق هذه الارض مما يوفر مالا يقل عن نصف ثمن الارض فقط بالنسبه لهذه العمليه والتى تخص المحولات فقط وهو مانراه فى الشكل رقم ٩ـ٧ لنفس الرسم الخطى المعطى فى الشكل رقم ٩ـ٥ مما يعود علينا بالوفر تماما حيث يبين فى الرسم محولين رئيسيين رقمى ١ و ٢ والرسم يحتوى على ثلاث خلايا للخطوط الكهربيه بجانب خليه قاطع الربط العرضى وهذا كله يكون فى اتجاه واحد ويتم تخصيص الخلايا السته على التوالى فى التوقيع على المساحه الكليه ويصبح الشكل رقم ٩ـ٦ فى منظر اقل مساحه كما نراها فى الشكل رقم ٩ـ٨ حيث يختفى تماما الجزء المتوسط والذى يشمل المحاور الخاصه بالمفاتيح والسكاكين قبل وبعد المفاتيح وتقل المساحه المطلوبه فى حوش الجهد العالى الى النصف تقريبا الا ان موقع المحولات كمحور مازال غير مستغل حتى الان ولكننا فيما بعد سوف نحاول استغلال هذا الموقع على المحور المتعامد معه .



الشكل رقم ٩ـ٧ : الخلايا الكهربيه لاستغلال الارتفاع الفراغى موضحا لخلايا



الشكل رقم ٩ـ٨ : توزيع خلايا الجهد العالى مع الانتفاع بالفراغ الهوائى

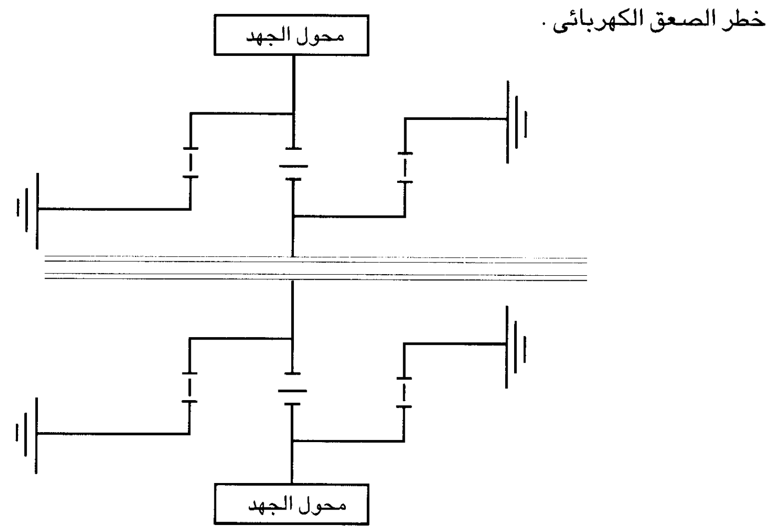
هكذا نصل الى الشكـل العـــام لحوش المحطه على النمط الوارد فى الشكـل رقم ٩ـ٩ حيث يظهر خلايا كلا من الجهدين العالى والمنخفض ويكون الشكل العام للمحطه هو المستطيل حيث يستقبل الخطوط على الجانبين لكل جهد وتدخل الى المحطه كخليـه محدده لكل دائره من دوائر الخطوط اذا مـا كانت مزدوجـه على الابراج لتصبح مستقله تماما داخل المحطه وهذه الخطوط تتصل عند أول دخـول بمانعـه الصـواعق اتصـالا مبـاشرا بدون فـاصل وسـوف يتم تفصيل المكونات لكل خليـه نمطيـه فى البنود التاليـه ولكننا نشير الى اهميـه تواجد مانعه الصواعق Arrester عند اول طرف للخط وقبل اتصال اى شىء كى تستقبل ايه مـوجـات مســافـره عبر الخط وتمررها الى الارض مبـاشره وتمنعهـا من الدخـول الى القضبان حتى لاتتوغل فى المحطه وتقع الخسائر الفادحه .

نلاحظ من الرسم صغر عـرض خلايا الضغط المنخفض عن مثيـلاتها من الضغط العالى ذلك يرجع الى المسافـه البينيه بين الاوجه لكـل مستوى جهدى ويكون هذا تبعـا للجداول القياسيه المحدده لهذه المسافات لكل الجهود النمطيه ويتحدد منها المساحه العرضيه لكل خليـه حيث ان جميع الخلايـا متســاويه العـرض لذات الجهــد التشغيلى ولكن لاهميـه

<table dir="rtl">
<tr><td>خلية
خط</td><td>خلية
محول</td><td>خلية
خط</td><td>خلية
خط</td><td>خلية
محول</td><td colspan="4">خلية
قاطع عرضى</td></tr>
<tr><td colspan="9">القضبـــــــــــان جهـــــــــــد عـــــــــالى</td></tr>
<tr><td colspan="9">منطقـــــــــــــــة المحــــــــــــــــولات</td></tr>
<tr><td colspan="9">القضبـــــــــــان جهـــــــــــد منخفــض</td></tr>
<tr><td>خلية
خط</td><td>خلية
خط</td><td>خلية
محول</td><td>خلية
خط</td><td>خلية
قاطع ربط</td><td>خلية
خط</td><td>خلية
محول</td><td>خلية
خط</td><td>خلية
قاطع عرضى</td></tr>
</table>

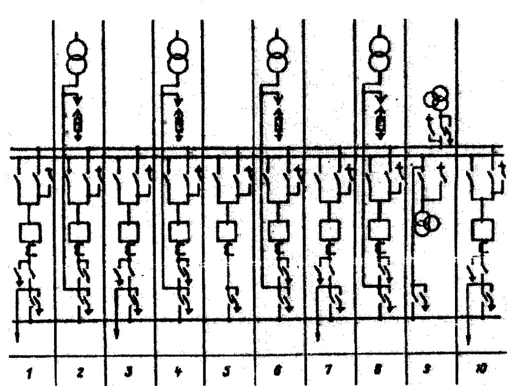
الشكل رقم ٩ـ٩: توزيع الخلايا اعلى مساحة المحطة

القضبـان فيخصص لها خليـه تسمى بخليه محولات الجهـد على القضبـان كما نراها فى الشكل رقم ٩ـ١٠ حيـث تكون محولات الجهــد على كل قضبـــان مستقل ولها سكاكين تخصهـا وكل سكينه منهـا لها ايضـا سكينه ارضـــى ومن اثنين لكل منهما حيث تختص الاولى بالقضبـان اى لوضع الارضى على القضبان بينما تختص الثـانيه بتأريض ملفـات محول الجهد وكـلا النوعين يحمى الافراد المتعـاملين مع القضبان او محولات الجهـد من خطر الصعق الكهربائى .



الشكل رقم ٩ـ١٠ : خليه محولات الجهد على القضبان

حقيقـه يتم تركيب سكينه الارضى لكل سكينه على وجـه العمـوم امـا من الجهتين او من جهـه واحده تبعـا للاحـوال حيث اذا ما كـانت السكينه فى خليـه ما وتتصل بناحيـه من القضبان فيمكن الاستغناء عنها ولكنه من المفضل ان تتواجد هذه السكينه لانها ترفع من مستوى التعامل مع اعمال الصيـانه ويكون بالضروره فى جميع ما يخص الرسم الفردى ان تتواجد هذه السكينه الارضيه مع كل سكينه فى جميع الرسـومات السابقه ولكنها تزيد الرسم تعقيدا وتفقد الشرح واحدا من مميزات الفهم اذا ما أدرجت منذ البداية .



الشكل رقم ٩ـ١١ : الرسم الخطى لمحطه محولات على جهد ٣٣٠ ك .ف.

يمثل الشكل رقـم ٩ـ١١ رسما خطيـا لمحطه محولات ذات جهـد ٣٣٠ ك.ف. ولكنهـا تستخدم نظام القضبان الثلاثيه بالاضافه الى ظهور سكينه الارضى لكل سكينه والمحطه تتكون من اربعـه محولات رئيسيـه وخليه لمحـولات الجهـد على القضبان بـالاضافـه الى عـــــددامن خطوط النقل الكهربى ويظهر فى الرسم كيفيه التعبير عن استغلال الفراغ الهوائى فـوق الخليه الارضيـه مما يوفـر من مسـاحه الارض المطلوبه كما يظهـر فى هذا الشكل اماكـن محولات التيار المطلوبه سـواء للقياس فى حجره التحكم او لـدوائر الفصل الوقائى ضد الاخطاء الكهربيه .

من الشكل رقم ٩ـ١٠ نجـد انه لابد وان تكون السكاكين الهوائيـه على وجـه العمـوم او حتى غير الهوائيـه المسماه بالسكينه ذات ذراعى الارضى او السكينه ذات الذراع الواحـد الارضى وهو مـا يعنى امـا ان تكون للسكينه ذراعا ارضيـا واحـدا على جهه واحـده من السكينه وهذه هى ما تسمى السكينـه ذات الذراع الارضى المفرد او ان تكون سكينه ذات ذراعين على جهتى السكينـه كما هو مبين فى الشكـل رقم ٩ـ١٠ كـى تمكن المسئـول من وضـــع الارضـــى على اى مـن الجهتين عنـــد اللـزوم وتصبـح بذلك السكينه ذات ذراعين الارضى .

وهذه العمليه وهى اضافه ذراع الارضى للسكينه تعتمد على بعضا من الاسس الاوليه نذكر منها :

١ـ تأريض طرف السكينه قبل او اثناء الصيانه .

٢ـ رفع الارضى بعد خروج العاملين ايذانا بمناوره وضع الجهد على السكينه .

٣ـ امكانيه تأريض جميع الموصلات المعدنيه بلا استثناء داخل المنطقه من اجل التمكن من تسريب الشحنات الاستاتيكيه المتساقطه عليها نتيجه المجال العالى المتواجد بالموقع الى الارض .

٤ـ تأمين العاملين والمحافظه على حياتهم .

٥ـ منعا للاخطاء التى تضر بالافراد .

اما الشكل رقم ٩ـ١١ فيوضح لنا العديد من الاسس والقواعد اللازمه التى تجعلنا نتجه الى توحيد اتجاه الخلايا بدلا من استخدام الاتجاهين مع انه من الناحيه الكهربيه لاتوجد ايه فروق وكلتا الحالتين صالحتين للتعامل وليس بهما اخطاء تصميميه من ناحيه توصيلات الدوائر ولكنها بالنسبه لتصميم الموقع يكون توحيد اتجاه الخلايا اساسا للعمل التصميمى وذلك للاسباب التاليه :

١ـ تقليل المساحه المطلوبه لتوقيع المعدات وانشاء المحطه عليها مما يعود بالوفر المادى وتقليل التكلفه الاقتصاديه المنصرفه فى ثمن الارض .

٢ـ تنظيم الخلايا الكهربيه بشكل هندسى فى الموقع يسهل التعامل معها واقلال معدل الاخطار الى ادنى المستويات حرصا على سلامه العاملين فى مثل هذه المواقع والتى تنتج عن اقل الاخطاء الخسائر الفادحه الفوريه التى قد لاينفع معها العون والاستغاثه او العلاج .

٣ـ انقاص عدد المحاور المتواجده بالنسبه لتوزيع المعدات فى الموقع تقريبا الى النصف .

٤ـ المساعده على تقليل شبكه الهواء المضغوط داخل الموقع ككل .

٥ـ انقاص اطوال الاسلاك الاجماليه فى الدوائر الثانويه الى اقل طول ممكن .

٦ـ تقليل مسارات المجارى والانفاق الخاصه بالتوصيلات الكهربيه والتوصيلات الثانويه الى ادنى المستويات حتى لاتنتشر وتتضاعف اذا ما ترك الوضع كما كان فى البدايه وقبل توحيد اتجاه الخلايا وبذلك نحصل على التكلفه الاقل فى تركيب هذه التوصيلات وفى عدد المسارات المطلوب انشائها .

ثانيا : حجره التحكم CONTROL ROOM

تأخذ حجره التحكم المكانه الاولى للاختيار لاهميه استخدامها سواء فى التشغيل العادى والمناورات التوصيليه والفصليه او فى الحالات الطارئه والصيانات بكافه اشكالها ويتم استغلال المكان الذى يفرق بين المساحه المنشغله للخلايا على الجهدين كما نرى فى

الشكل رقم ٩ـ١٢ من توافر مساحات خاليه على طول مواقع المحولات بجانب المساحه الخاليـة فى حـوش الجهد العـالى مما يجعل الاختيـار الانسب على نفس محور المحـولات وداخل او بالجوار اللاصق مع حوش الجهد العالى .

حوش الجهد العالى

غرفة التحكم

منطقة المحولات

خلية١	خلية٢	خلية٣	خلية٤	خلية٥	خلية٦	خلية٧	خلية٨	خلية٩	

جهـــــه الجهـــــد المنخفـــــض

الشكل رقم ٩ـ١٢ : توقيع مكان غرفه التحكم

هناك العديد من الخيـارات الفعليه عند الاختيار الامثل لموقع غرفـه التحكم والمراقبه وذلك انطلاقا على المبادىء الاساسيه الاربعه التاليه :

١ـ قـرب الموقع من حوش الجهـد العـالى وحوش الجهـد المنخفض كى تسـهل المهمـه على العـاملين فى التشغيل اليـومى لهذه المحطات وحتى يكون الحس البشرى اقـرب مـا يمكن نتيجه القرب من الموقع على وجه العموم .

٢ـ لابد وان تقع هذه الغـرفه فى مـركـز الاحمال الكهربيـه تقـريبا داخل المحطه بالنسبـه للاحمال المتواجده فى الدوائر الثانويه الوقائيه وذلك سوف يعود بالنفع للاسباب التاليه :

* اقل تكلفه لاطوال الاسلاك فى الدوائر الثانويه .
* اقل فقد كهربى نظرا لقصر الاطوال .
* رفع مستوى كفاءه دوائر التيار المستمر الزمنيه .

٣ـ التحكم فى مداخـل حوش الضغط العالى منعـا للاخطاء الفرديه حتى لا يمكـن الدخول مباشره دون التوجه الى غرفـه التحكم الموقعيه ودون ان يتم ذلك طبقا للاصول الهندسيه وتحرير المحـاضر الكتـابيه وتوقيعهـا من المختصين قبل الدخـول الى هذه المواقع تقليـلا لاحتماليات الاخطار على وجه الخصوص .

٤ـ استغلال الفراغات المساحيه بعد توزيع الخلايا .

ثالثا : المحولات الرئيسيه MAIN TRANSFORMERS

بعد تحديد محاور المحولات يلزم تحديد اماكن المحـولات الرئيسيه عليها حتى تتوافر لدينا باقى الارض على هذه المحاور ولنتمكن من استغلالها فى ما يمكننا ان نوقعه فى هذه الاماكن حتى تسـاعد على حريه الحركه الداخلـيه سواء كان الموقـع فى الخـلاء out door او داخـل المبنى وهذه العمليه تخضع للقواعد الاتيه :

١ـ ان تتواجـد هذه المحولات فى مركـز حركـه الاحمال الكهربيه حتى تتلقـاها وتنقلها الى

الجهد الاخر باقل فقد كهربى ممكن .

٢ـ ان يتسع المكان المخصص لهذه المحولات للفراغات الضروريه لاعمال التركيب والصيانات الروتينيه والجسيمه وتحت الجهد ان لزم الامر ذلك .

٣ـ ان يتوافر فيه ارتفاع سماحيه عاليه جدا وهو ما يمكن ان نعتبره اعلى مستويات الاسلاك كما سبق الاشاره الى ذلك فى بدايه هذا الفصل بالصوره المعطاه فى الشكل رقم ٩ـ١ وكذلك الرسم رقم ٩ـ٢ حيث يكون المكان آمنا ولايلحق الضرر بالعاملين فى موقع المحولات تحت الجهد .

٤ـ القرب من حجره التحكم لتوفير السرعه المطلوبه للمراجعه الدائمه او السريعه فى حالات الطوارىء مثل ما قيل عند مراجعه المحول مع تحذير الارتفاع الحرارى قبل ان يتم الفصل التلقائى ويضر بضمان استمراريه التغذيه الى بعض المستهلكين فى الشبكه ككل.

رابعا : حجره الضواغط الهوائيه AIR COMPRESSORS

تحتاج المحطات الكهربيه بنوعيها التوليديه والتحويليه الى الهواء المضغوط فى تلك المحطات التى تعتمد على الفصل الكهربى تحت ضغط الهواء ولذلك يجب الاعتماد على توليد محلى دون الارتكان الى جهه اخرى خارجيه لتلبى الطلبات ولذلك يجب ان يكون توليد الهواء المضغوط فى الموقع ذاته ويتم ذلك من خلال مجموعه من الكباسات الهوائيه التى ترفع ضغط الهواء الى ٤٠ ضغط جوى وتحفظه فى خزانات خصيصا لها داخل
المحطه ثم تقوم بتخفيض هذا الضغط الى الضغط التشغيلى المطلوب وهو ٢٠ ضغط جوى من خلال المنظومه الميكانيكيه المخصصه لهذا الغرض وبهذا توفر المحطه احتياجاتها اللازمه فى الموقع كى تقوم بتغذيه القواطع الكهربيه عند حالات الفصل الكهربى فقط .

اما عن حالات التوصيل فلا نحتاج الى هذا الهواء المضغوط لاننا لانكسر الشراره الكهربيه وقد يكون الموقع كله فى حاله قصر على القضبان فيها وتكون النتيجه فصل جميع المفاتيح الكهربيه بالمحطه مما يؤدى الى خفض الضغط وهو ما يمثل الخطوره القصوى لتشغيل فصل المفتاح عند ضغط جوى يقل عن ١٧ او ١٨ ضغط جوى حسب الاحوال وهو ما نحمى به المفتاح من الاحتراق لعدم القدره على كسر الشراره بين طرفى المفتاح هذا .

اختيار موقع الكباسات يتم بالاسلوب الهندسى ليكون فى مركز الاحمال الهوائيه لتلبيه الطلبات ويتم ذلك من خلال مناهج هى :

١ـ مركز للاحمال الهوائيه فى دوائر التغذيه الهوائيه للمفاتيح الكهربيه .

٢ـ استغلال الفراغات المساحيه بعد توزيع الخلايا .

٣ـ البعد عن الازعاج الذى قد ينتقل الى غرفه التحكم .

٤ـ تقليل الفقد التشغيلى نتيجه الوصلات الميكانيكيه داخل منظومه الهواء المضغوط .

٩ـ٢ : ترتيب مكونات الخليه ARRANGEMENT OF CELL ELEMENTS

مما سبق وكما اشرنا نجد ان الترتيب الهندسى والتنسيق المتتالى لمكونات الخليه من اول

القـواعـد الهامه التى يستند اليهـا تصميم الموقع وهو يشمـل الاجزاء التـاليـه من اجل لايضاح الاوسـع فهما وعمقا :

اولا : سكينه الارضى EARTHING LINK

توضـع هذه السكينه على جميع السكاكين الموجـوده با لموقع ولذلك يمكننا ان نضعهـا على محورين هما :

١ـ على القضبان ON BUSBARS

وذلك لحمايه القضبان من وصل الجهـد عليها وذلك فى الحقيقـه وبالدرجه الاولى لحمايه العاملين ولايجوز ان يبـدأ العمال او الفنيين او المهندسين فى العمل على القضبان الا اذا تم توصيل سكينه الارضى بعـد التأكد مـن قراءه محولات الجهـد المركبه عليـه ولايمكن ان ترفع سكينه الارضى الا بعد ان يترك جميع العـاملين القضبان ويتم التأكد من ذلك ولهذا السبب يلزم ان يكون ذلك من خلال استماره مناورات موقعه من المختصين .

٢ـ مع السكاكين WITH ISOLATING SWITCHES

وهى من اجل حمايه العـاملين لتأريض جميع الموصـلات المعدنيـه الواقعه داخل المجـال الكهربى والمسبـب لانتشار الشحنات الاستاتيكيـه والتى قد تترسب على هـذه الموصلات لتفرغ الشحنات فى اى فرد يتلامس معها .

ثانيا : القضبان المزدوجه DOUBLE BUSBARS

تمثل القضبان المزدوجـه الاسلوب الاكثر شيوعـا حيث يكون احدهما احتيـاطيا فى بعض الاحيان وهما عباره عن اسلاك هوائيه تمربا لمحطه فى ذات الجهدمن البدايه وحتى النهايه ويتم تركيبها على جمالون شداد على غرار البرج الشداد فى الخطوط مثل ما نراه فى الشكل رقم ٩-١٣ (ص: ٢٤٥) حيث البدايه الجانبيـه لمحطه ويظهر فيهـا بدايه القضبان والتى تتوازى معاطوال المحطه ويظهرمدى الخطوره لقربها اذا ما كان احدهما احتياطى ويظهر ايضا الاهميه القصوى لسكينه الارضى على القضبان حمايه للعاملين فى مثل هذه المواقع .

ثالثا : اجهزه القياس والحمايه

INSTRUMENTS FOR PROTECTION AND MEASUREMENT

لما كان من الصعـب او الخطر اخذ القراءات مبـاشره من الجهد العـالى او بالقيمه العـاليه للتيار فقد استخـدم فى الميدان الهندسى محولات لهذه القيم الخطره او الكبيره كى تسـهل مهمه اقتراب الانســان منها بجـانب انه يتم الاحتياج الى رفع الاســلاك داخل الموقع وعدم الاعتماد على المكونات فقط فى بعـض الاحيـان نتيجـه الخطوره النـاتجه فيما لو لـم نراعى ذلك ولهذا نجـد اربعـه من القطاعات الهامـه التى نحتـاجهـا داخل المحطات عند تصميم الموقع كهربيا وهى :

١ـ محول تيار CURRENT TRANSFORMER

يقوم محول التيار بتحويل التيـارات العاليه والتى قد تصل الى الاف أمبير وهى تؤدى الى

السخونه الضـــاره باى من اجهزه القيـاس او حتى دوائر الفصل التلقائـى الثانويه وهـى تستخدم بكثره وفى الحالات التاليه (الشكل رقم ٩-١٤ ص: ٢٤٥) :

* قياس التيار فى الاوجه الثلاث فى كل خليه كهربيه بلا استثناء .

* اخذ عينه من التيـار الحقيقى لملاحقه الزياده فى التيـار داخل الدوائر الوقــائيه لحمايه الخليه المعنيه .

* قياس الاحمال الكهربيه وتسجيلها من كل خليه .

* قياس التسرب التيارى الى الارض .

* المشاركه فى تحقيق شروط توصيل المولدات على التوازى فى عمليه التزامن .

* للوقايه ضد عكس اتجاه سريان الطاقه فى بعض الخلايا .

* تطبيق نظم الوقايه التفاضليه لكل من المولدات والمحولات .

لهذا يتواجـد محور لمحولات التيار فى تصميم الموقع حيث يوضـع بجـانب المفتاح الخاص بالخليه بالاضـافه الى حالات الوقـايه التفاضليه فيخصص محولات تيـار خصيصا لهذا الغـرض فقط ويكون بجـوار الملفـات اى تحت عـوازل الاختراق كما نراها فى الشكل ٩ـ١ بحيث تكون منطقـه الوقايه التفـاضليه هى الملفـات فقط بقدر الامكان كى لايدخل معهـا غيرها فى هذه الوقايه لانها من الانواع ذات الخطوره والتى يمنع التشغيل بعـد حدوثها الا بعد التأكد واجراء الاختبارات الضروريه لذلك تبعا للوضـع فى كل حاله على حده .

على المحور الثانى بالنسبه لتصميم الموقع فيتم توقيع محولات التيار بشكله العام ويتميز محول التيـار بانه يتكون من ملفين الاول هــو سلك الضغط العـالى بينما الملف الثـانوى يكون ملفات ذو لفات عديده ولايهمنا هنا شكل المحول هذا من الداخل او كهربيا ولكن ما يهمنا هو شكله الخارجى لتـوقيعـه فى التصميم الخاص بخـلايا المحطه وهو من سيـاق الحديث نجد انه ياخذ سلك الضغط العالى ويعيده الى الشبكه اى انه يدخل فى دائره الجهد العالى على التـوالى ويكون الدخول والخروج منه بطرفى سلك واحد وهو مـا يميزه فى شكل الموقع كما سوف يظهر من الاجزاء التاليه من هذا الفصل .

٢ـ محول جهد POTENTIAL TRANSFORMER

نحتاج الى محول الجهـد حتى نبتعد عند الجهـد الكهربى الخطر على حيـاه البشر ويتنوع منه انواعـا ولكننا نهتم بشكله الـذى يخص الموقع مثل مـا ذكـر عند الكلام عن محولات التيار وهو على وجه العموم يستخدم فى الحالات التاليه (الشكل رقم ٩-١٥ ص: ٢٤٥):

* قيـاس الجهـد على اطراف الخط قبل الدخـول الى المحطه حـرصا على العـاملين ومنعـا للاخطاء لان الخط يبـدأ من جهه اخرى قـد تعطى الفرص للاخطاء ولذلك لابـد من قراءه الجهـد على اطراف الخط حتى وان كـان مفصـولا وهو من الحالات الخاصـه والهامـه فى تصميم الموقع .

* قياس الجهد مباشره على القضبان دون مفاتيح كهربيه كما سبق ايضاحه .

* استكمال دائره التزامن للتشغيل المتوازى للمولدات .
* دوائر الوقايه التى تحتاج الى الجهد مع التيــار مثل الوقايه المسافيه وتعمل بالزيت وله مبين (الشكل رقم ٩-١٦ ص: ٢٤٥).

٣ ـ مانعه الصواعق ARRESTER AND ANTISURGE

تستخدم لحمايه الملفـات التى تتواجد فى الشبكه مثل المولدات والمحولات وتعتبر مـانعات الصــواعق اسهل السبل لتغيير المقاومــه العرضيــه على الجهد العـالى لتتحول الى الصفـر تقريبا اذا ما زاد الجهد على هذا الطـرف ولهذا تستخدم مانعات الصواعق وهى ضروريه فى الحالات التاليه :

* اطراف الخطوط الكهربيه .　　* اطراف ملفات المولدات .
* اطراف ملفات المحولات .　* القضبان الرئيسيه .　* على نقاط التعادل فى المحولات

٤ـ الحوامل العازله INSULATING SUPPORT

نلجأ الى الحاملات العـازله اذا ما كان مســار الاسلاك داخل المحطه طويلا مما يتسبب فى اقتراب الاسلاك الى الارض بقيمــه اكبر من اللازم بحيث تصبح المسافــه فوق الارض اقل من المسمــوح به هنــدسيــا وخصــوصــا اننا نضــع جميع المكونات فى المحطه على محاور مــوحده ولهذا يكون الحل الفنى من خــلال رفع الاسلاك فــو ق حامــلات عازله منعــا من الاقتراب بالاسلاك من الارض وتتواجد هذه الحاملات فى العديد من الاشكال .

٩ـ٣ : الخلايا النمطيه STANDARD CELLS

من الاسس الهندسيه الاوليه ان تقنن كل الاعمال وتوضـع من خــلال المواصفات القياسيه لها ولهذا نجـد ان المحطات الكهربيــه قـد قننت بانماط مختلفــه من حيث الجهد والتيــار والقدره وهنا بالنسبه الى الخلايا الكهربيه فقد خضعت لنفس الاسلوب واصبحت الخلايا نمطيــه ونجد منهــا خلايا محولات الجهـد على القضبان كما سبق شرحــه وخلايا قــواطع الربط الطولى والعــرض كـذلك وغيرها وهكـذا نتعــرض الى اهم الخلايا النمطيــه لمزيد من الشرح وسرعه الفهم على النحو التالى :

اولا : خليه المحول الرئيسى MAIN TRANSFORMER CELL

عوده الى الخلف نتقابل مع الشكل رقم ٩ـ١١ حيث يعرض الرسم الخطى لجزء من محطه محولات على الجهــد ٣٣٠ ك .ف. ونأخذ منهــا خليــه المحول الرئيسى حتى نتعــرف على اهميــه توحيـد اتجاه الخلايا ويقـدم الشكل رقم ٩ـ١٧ التصميم الكامل لخليــه المحــول الرئيسى بشكليــه والمسمى هندسيــا باسم المسقط الافقى والمسقط الرأسى لهذه الخليــه تحديدا وفيها نرى ان اتجاه الخليه موحــدا مع الباقى ويكون التوصيل الى اطراف المحول كما نشاهد من اعلى ارتفاع فى الفراغ الهوائى فوق الخليه فى خطوات يمكن سردها فى النقاط المحدده التالية:

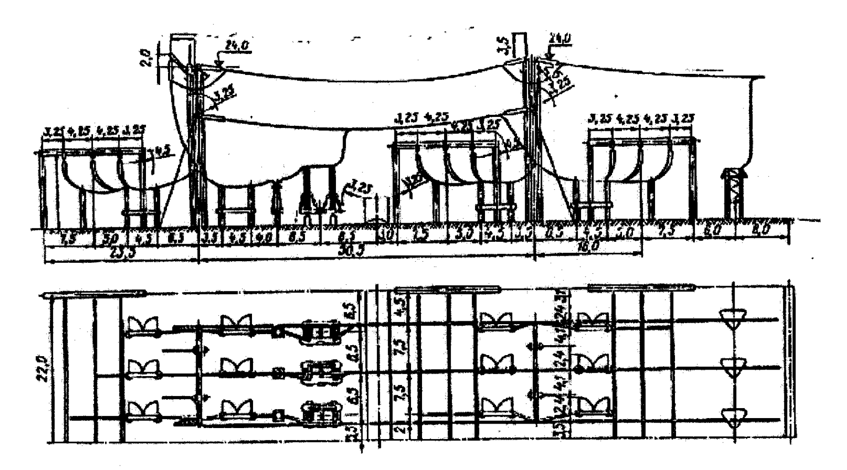
١ـ نبـدأ من القضبــان وندخل الى السكاكين الى نقطه مشتركــه وفى هذه الحاله نحتــاج الى الارتقاء اعلى من المستوى العادى للتوصيل والنزول بها الى بدايه المفتاح الخاص بالخليه .

٢ـ نمر بالقاطع ونصل منه الى السكينه المفرده بعده والتى يجب ان تتصل باطراف المحول وهذا لايمكن ان يتم الا اذا تم الارتفاع فى الفراغ فوق الخليه كما نشاهد من الرسم ويعترضنا هنا المستوى المرتفع السابق كنقطه اتصال بين السكينتين عند القضبان ولهذا يكون الارتقاء اعلى من المستوى الثانى ليدخل فى الاعتبار المستوى الثالث بعد السكينه التى تلى المفتاح .

٣ـ تمر الاسلاك عاليه الارتفاع فوق نفس الخليه وتعود الى فوق نقطه البدايه (القضبان) وتعبرها الى ما قبلها وهى اطراف المحول .

٤ـ قبل الوصول الى اطراف المحول يتم توصيل مانعات الصواعق بالاسلاك رأسيه حتى لاتؤثر ميكانيكيا عليها .

٥ـ يتم توصيل اطراف المحول راسيا فوق عازلات الاختراق لنفس السبب السابق .

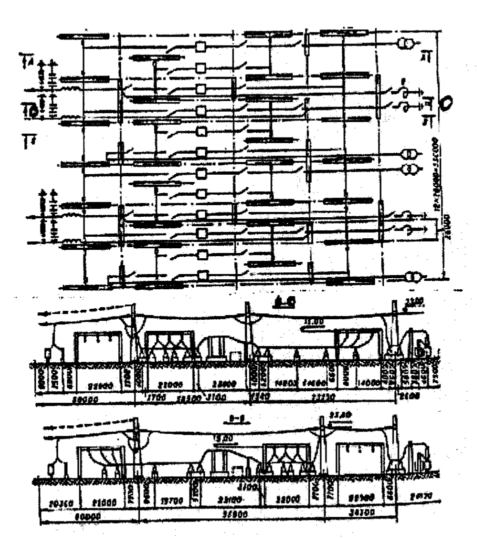


الشكل رقم ٩ـ١٧ : تصميم الموقع لخليه المحول على الجهد ٣٣٠ ك.ف .

ثانيا : خليه الخط الكهربى TRANSMISSION LINE CELL

يقدم الشكل رقم ٩ـ١٨ الرسم الخطى لجزء من محطه ومن ثم يعطى المقطع عند الخط الكهربى من اجل الوصول الى المسقط الرأسى للخليه ويلزم التنبيه الى ان المسقط الافقى للمحطه ككل ممكنا بينما المسقط الرأسى يستحيل لان المسقط الافقى يعطى التوزيع الفعلى للشكل العام من اعلى ولا تتداخل الخلايا معا وكل منها مستقل بينما فى المسقط الرأسى تأخذ كل خليه شكلا معينا فى التوصيل وقد يكون لنفس النوعيه النمطيه نجد بعضا من الاختلاف كما هو واضحا للرسمين المعطيين فى هذا الشكل للخلايا كمقطع مبين رمزه على الرسم الخطى .

فى دائره الخط نجـد ان البدايه عند مـانعه الصـواعق ثم محول الجهد شرطا اسـاسيا ثم يظهر فوقهما جمالون النهايه للخط كما سبق الاشـاره اليه فى الكتاب ثم الدخول الى باقى المكونات اى السكينه المفـرده فمحـول التيـار ثم المفتـاح فنقطه التـلاقى بين السكينتين الخاصتين بالقضبان المزدوجه وبهذا تنتهى الدائـره العاديه للخط بينما فى بعض الحالات نجد تداخلا مع اجزاء اخرى لتعطى اشكالا مضافه الى الشكل النمطى هنا والرسم المعطى محدد الجهد عند ٥٠٠ ك.ف.



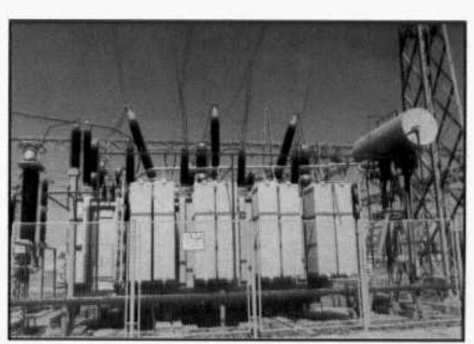
الشكل رقم ٩ـ١٨ : تصميم الموقع لخلايا الخط الكهربى ٥٠٠ ك.ف .

على الجانب الاخر نجـد الشكل رقم ٩ـ١٩ يعرض تصميما اخـر لخلايا الخط الكهربى فى حـالات التـوصيل المعطاه فى الرسم الخطى المبين وكيف انه يمكن الاستفـاده واستغـلال الارضيه المساحيـه اكثر بدخول خلايا اخرى فى الاماكن الخاليـه فى المواجهه فتعطى وفرا اكثـر عما ذكر من قبل وهـو ايضا للجهـد ٥٠٠ ك.ف وهذا يمكن استنتـاجه من الابعـاد الموضحه على التصميم المحدد ويبين الفـرق بين هذه الابعاد وتلك التى تخص ٣٣٠ ك.ف السابقـه وجدير بـالاشاره الى ان ابعاد ذات المعـدات والمكونات تختلف طبقـا لهذا الجهد التشغيلى وفى جميع الاحوال يجب ان نضـع الاستنتاجات التاليه :

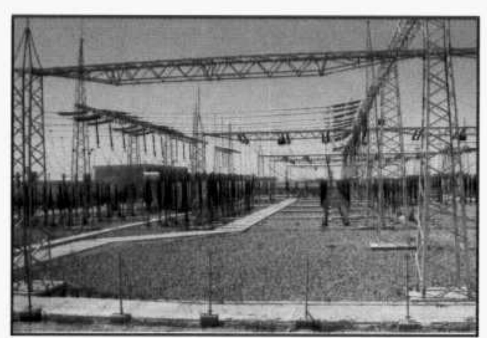
١ـ ارتفاع عازلات الاختراق للمحول اكبر على الجهد العـالى عن قرينتها فى الجهد المنخفض كما ان المسافه البينيه لكل منهما تختلف تبعا لقيمه الجهد فهى اكبر للجهد الاعلى .

٢ـ ارتفاع طرفى القاطع الكهربى لذات الجهد الواحد متساويا .

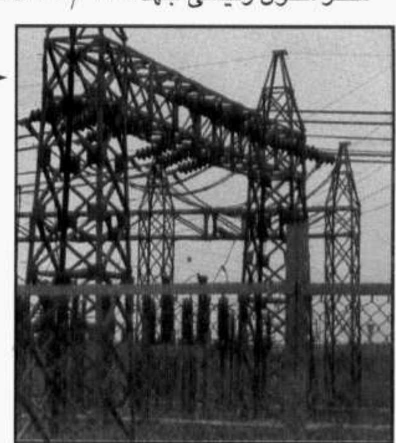
٣ـ ارتفاع محولات الجهد اكبر من ارتفاعات محولات التيار .



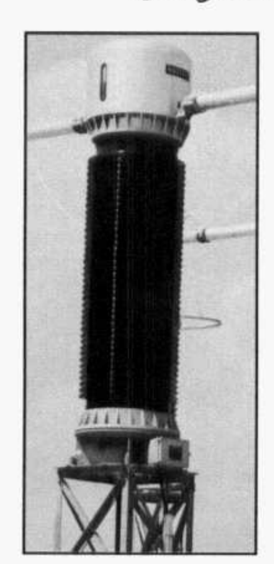
شكل رقم ٩-١
منظر لمحول رئيسى جهد ٢٢٠ / ٦٦ ك.ف.



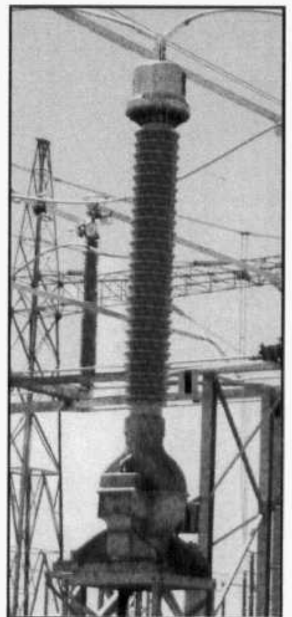
شكل رقم ٩-٢
المنظر العام لمحطه فى الخلاء



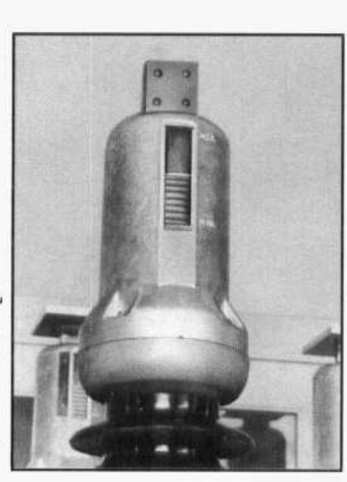
شكل رقم ٩-١٣
منظر عام لبدايه القضبان
على جمالون شد فى محطه



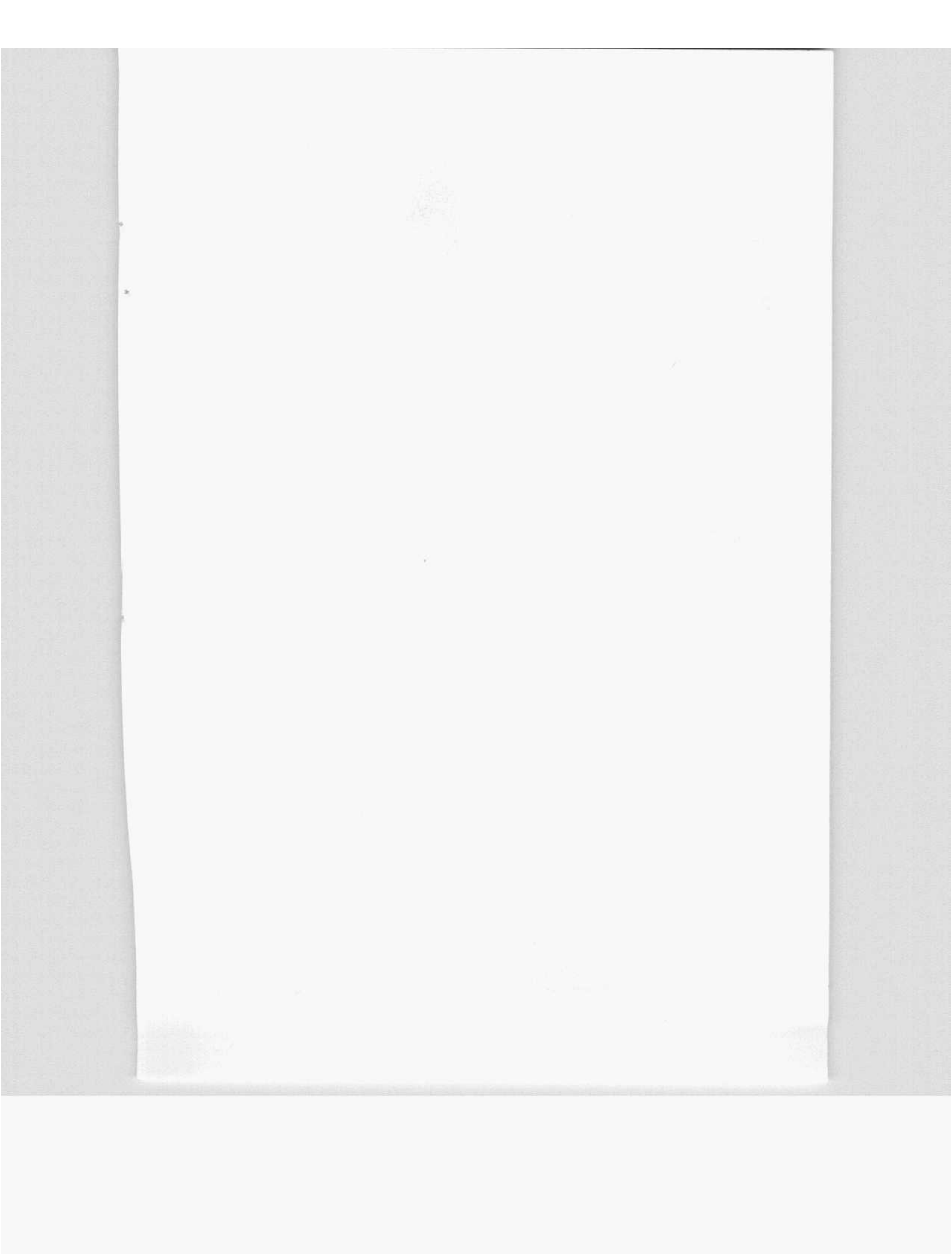
شكل رقم ٩-١٤
محول تيار جهد عالى

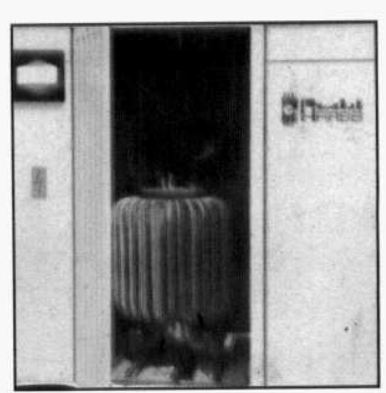


شكل رقم ٩-١٥
محول جهد

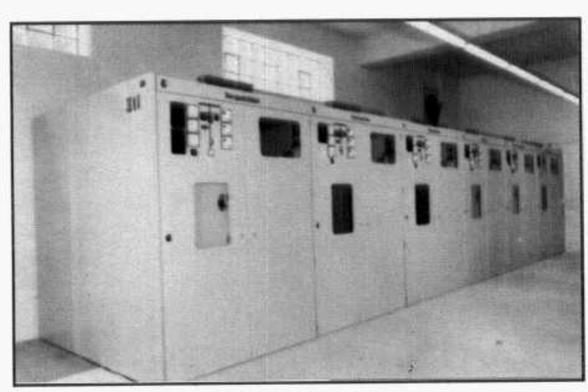


شكل رقم ٩-١٦
مبين الزيت لمحول
الجهد ويظهر
طرف التوصيل
مع الجهد العالى

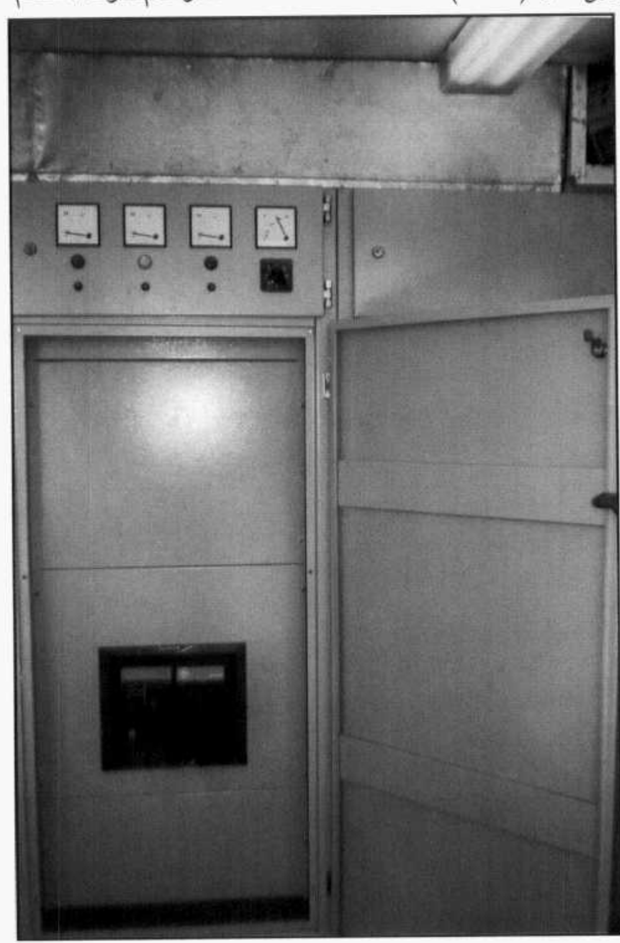




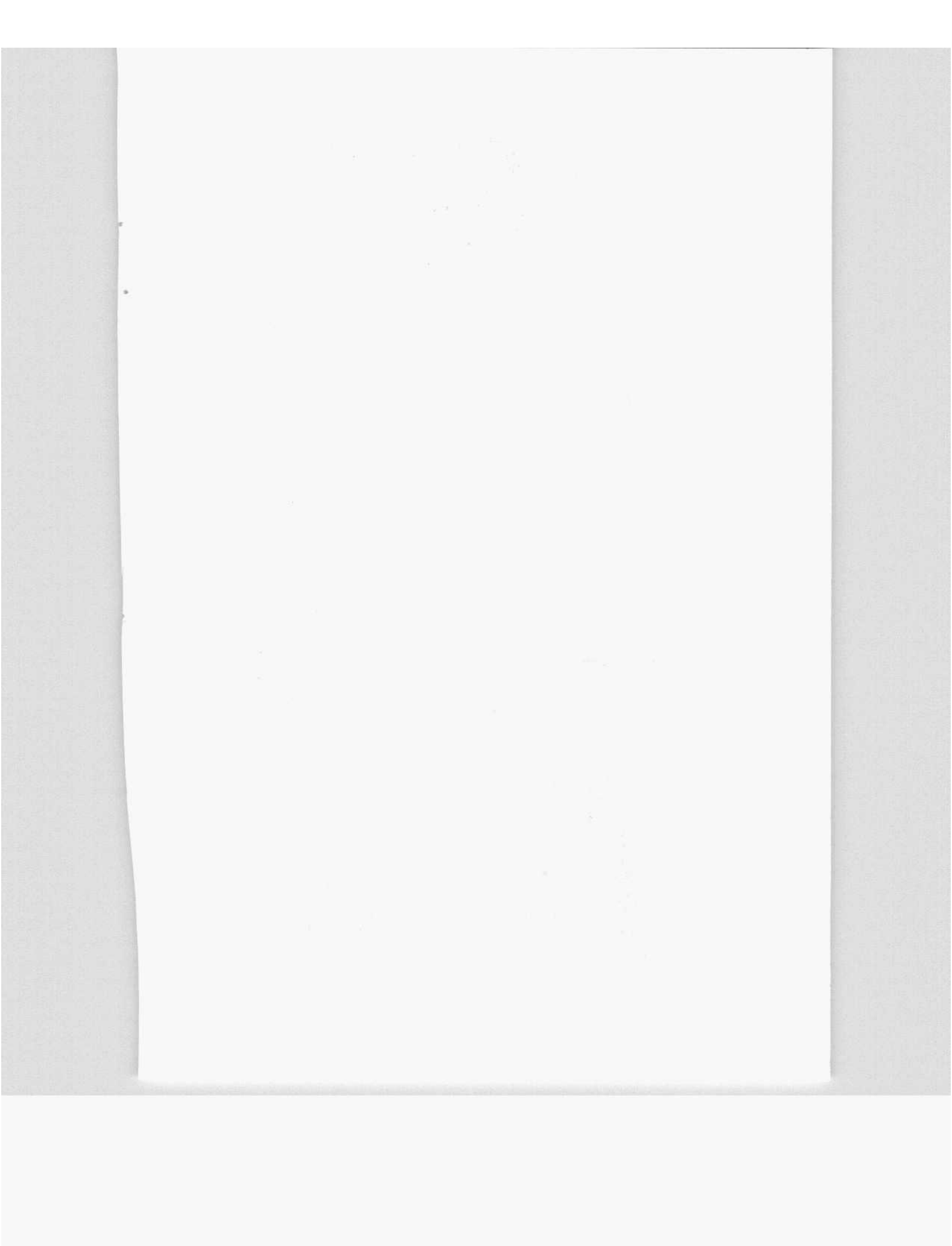
شكل رقم ٩-٢٠
منظر عام لمحول توزيع قدره (كشك)



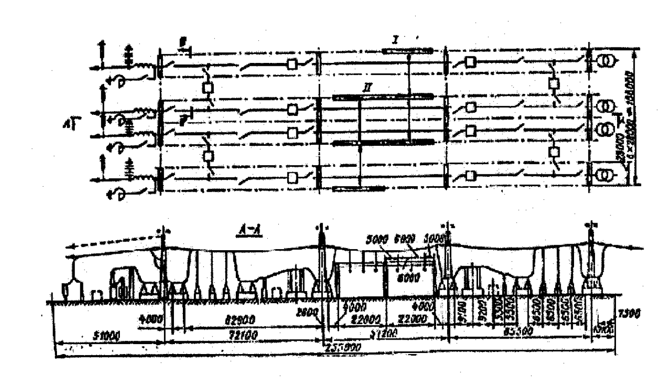
شكل رقم ٩-٢١
منظر عام لغرف التحكم



شكل رقم ٩-٢٢
لوحه توزيع رئيسيه



٤ـ محولات التيار لها طرفين بمعنى سلك من كل ناحيه .
٥ـ محولات الجهد لها طرف واحد على الجهد بينما الاخر لايظهر لانه يتصل بالارض وارتفاع السكينه واحدا على الجهتين .
٦ـ انشاء المحطه على قواعد خرسانيه لكل معده بارتفاع مترين يثبت عليها هذه المعده ذات العزل الخاص بها .
٧ـ القضبان تمتد بطول المحطه على جمالونات فوقها اسلاك ارضى وهى اعلى اسلاك على الاطلاق فى المحطه .
٨ـ وجود اعمده مدببه فوق الجمالونات لالتقاط الصواعق اذا ظهرت .
٩ـ الاتصال الى المعدات من الاسلاك العاليه عموديا عليها عاده .



الشكل رقم ٩ـ ١٩ : التصميم الموقعى لخط فى محطه محولات ٥٠٠ ك.ف

٩ـ٤ : تحديد المواقع فى الابنيه التعليميه

ALLOCATION IN EDUCATIONAL BUILDINGS

المنطق الهندسى يتكرر بالنسبه للشبكات الكهربيه فى الابنيه التعليميه ونفس الشرح السابق يهمنا هنا لتوضيح القواعد والاصول الفنيه لتنفيذ التركيبات الكهربيه وتصميمها بنفس الاسلوب الا ان الامر يختلف فى الابنيه التعليميه ومثيلاتها عن السابق فى النقاط التاليه :

١ـ الجهد المستخدم فى الابنيه التعليميه لايزيد عن ١١ ك.ف.
٢ـ المسافه البينيه اقل بكثير عن محطات الجهد العالى .
٣ـ كميه لوحات التوزيع هنا اقل بكثير .
٤ـ توقيع اللوحات يعتمد على الاسس الكهربيه بجانب النظره الجماليه والمعماريه .
٥ـ الشبكات تتواجد داخل المجال الاستخدامى للطلاب ولايمكن ابعادها .

٦ـ مستخدمى هذه الشبكات عاده مـا يكونوا غير متخصصين بعكس المحطات وهم عاده المدرسون والمديرين والعمال وغيرهم .
٧ـ ترامى الاطراف لمواقع العمل يجعل المتـابعـه المستمـره صعبا وقـد يدعـوا الى الكسل احيانا .
٨ـ النظره الخاطئه بان الكهرباء لاتهم فى هذا المجـال قد تتسبب فى الكثير من العيوب التى تظهر نادرا .

تبـدأ الحركـه من هذه المنطقـه الى الدخـول فى مكونات الشبكات داخل الابنيـه التعليميـه واسلوب التصميم لمواقع اللوحات ونوعياتها وتتأرجح هذه المكونات تبعـا لنوعيه المدرسه من نمطيـه بسيطـه الى فكريه او صناعيـه او الى مـــدارس كبرى وهذا ينعكس بدوره على كميـات الاحمال وشكل المكونات وعـددهـا ايضـا وبذلك نتناول عـددا منهـا فى الفقـرات القادمه.

اولا : حجره المحولات TRANSFORMERS ROOM

عاده تأخذ حجره المحولات شكلا عاما ومغلقا كما هو فى (الشكل رقم ٩-٢٠ ص:٢٤٧) حيث يكون المحول داخل كـابينه او حجره خصيصـا له ويتبع فى جميع الاحـوال شركات الكهرباء عند التشغيل بينما يتم التصميم من الهيئه العامه للابنيه التعليميه وهوما يكون لنا مهما الان حيث نجـد التوصيـلات الكهربيه قـد سبق بيانها بينما الموقعيـه فهى تتبع مـركز الاحمال ولكننا نضيف هنـا انه يجب فتح دائره هوائيـه لتبريد المحـول بالاسلوب الطبيعى من خلال الفتحات الارضيه مع المقابل فى الجهه الاخرى فتحات علويه.
بجانب تلك النقطه الهامه نتناول نقطتان لاتقلان فى الاهميه عنها وهما :

١ـ توصيل اطراف المحول BUSHING TIETING

كما سبق ايضـاحه فى الفقـرات السابقه فان نقاط التوصيل فـوق عازلات اختراق المحولات لابد وان تكون رأسيه حتى لايحدث اجهادا ميكانيكيـا على هذه الاطراف وبالتالى قد يؤدى الى تلف تلك الاطراف او حتى للعـــازلات ذاتها وهو من المبـادىء الاســاسيـــه التى يلزم والانتباه لها وذلك يحدد بالنسبه للجهد ١١ ك.ف. حيث تكون التـوصيلات من خلال بعد كـابلات ارضيـه وتحتـاج الى ضغط عنـد الانحناء بها ويكون الضرر بالغـا وان لم تظهر الاوقت قد يطول .

اما بالنسبـه للجهد المنخفض فيكون الخروج منهـا بالاستعانه امـا بالكابلات الكهـربيه الارضيـه والتى تعطى الاشـاره الى نفس التـوصيـات السـابقـه هذه او باستخـدام نظم القضبان الكهربيه (البارات) كى تمنح الحركه الهامه بسهوله داخل الحجره .

٢ـ قضبان التوزيع DISTRIBUTION BUSBARS

اذا استخـدمنا اسلوب القضبان فى الخروج من المحـول الى لوحـات التوزيع الرئيسيـه فى المدرســه فيصبح لزامـا الحرص فى غلق المكان تمامـا وعدم الوصـول اليـه واخـذ كافـه

الاحتياطات الاحتماليه حتى لايحدث ما لايخطر بالبال والقضبان هنا يجب ان تتوافر فيها العناصر التاليه :

* ذات مقطع مناسب لاكبر الاحمال المحتمله .
* تصنع من النحاس عالى التوصيليه .
* يثبت جيدا من جهه واحده ويثبت جيدا من الاخرى مع السماح التلقائى لتمدد هذه القضبان مع التغير الحرارى لمرور التيار الكهربى فيها .
* يعزل تماما عن متناول الافراد العاملين والطلاب فى المدرسه فى اى من نقاطه على طول مساره الى لوحه التوزيع الرئيسيه بالمدرسه .
* يأخذ الالوان القياسيه تبعا للمواصفات .

ثانيا : لوحه التوزيع الرئيسيه MAIN SWITCH BOARD

تعتبر لوحه التوزيع الرئيسيه محطه الكهرباء بالمدرسه ويلزم توقيعها فى اقرب مكان بجوار المحول حتى نحصل على اقل طول للقضبان الواصله بين المحول ولوحه التوزيع الرئيسيه كما يلزم ان تكون تحت العين الساهره والواعيه والمتابعه الجيده ولهذا يفضل ان تكون اقرب ما يمكن من غرفه التحكم والمراقبه وان لم يكونا فى مكان واحد .

١ـ حجره التحكم والمراقبه CONTROL ROOM

تشمل غرفه التحكم رعايه الشبكات الكهربيه دون غيرها وتتمثل فى لوحات التوزيع الرئيسيه والفرعيه والمغذيات والكابلات والمفاتيح والمعدات الكهربيه وتشغيلهم والارضى وقياساته ومطابقه ايه تغيرات لتكون مواكبه للمواصفات القياسيه او الكود المصرى فى هذا الشأن .

تتنوع هذه الغرفه الى ثلاث نوعيات هم :

* غرفه تحكم كهرباء فقط .
* غرفه تحكم لاعمال الكهرباء والتكييف والتيار الخفيف .
* غرفه التحكم للكهرباء والاتصالات والانذار .

فى كل الحالات الثلاث يقع العبء الاكبر على مهندسى الكهرباء من جهه تحديد موقع هذه الغرفه من جهه وتشغيلها والمتابعه من الجهه الاخرى بالرغم من انها قد تشمل الوسائل الدفاعيه عن المبنى فى حالات الطوارىء ولكن هذا لن يمنع احتواء هذا التحكم والمراقبه داخل المنظومه الكهربيه ككل (الشكل رقم ٩-٢١ ص: ٢٤٧).

ثالثا : اللوحات الفرعيه SUB SWITCH BOARDS

اللوحات الارضيه متنوعه ولكن توقيعها يحتمل محورين اساسيين تبعا لوضع هذه اللوحات ويبين الشكل رقم ٩-٢٢ (ص: ٢٤٧) اوحه توزيع رئيسيه تغذى لوحات التوزيع الفرعيه المختلفه والتى تتنوع كما يلى :

١ـ الارضيه STANDS

هى تلك اللوحات التى توضع وترتكز على الارض ومنها نوعان :

* ذات باب امامى فقط .
* ذات بابين امامى وخلفى .

ولايجوز ان تركب اى مـن هذه اللوحـات فى مكان ضيق من اجـل فتح المكان للصيـانه وسهـوله العمل والتعـامل معهـا عند الحاجـه الى ذلـك كما يلزم ليكون بالمكان الاضـاءه الكافيه حتى لا يحدث خلل اثناء اعمال الصيانه .

٢ـ الحائطيه WALL

وهى لوحـات اصغر مـن الاخرى فى اغلب الاحيـان وتكون عـاده مغذيه لمنطقـه محدوده وتستخـدم هذه اللوحات فى المدارس النمطيـه العـاديه وفى الملحق للمـدرسه ايضـا وتقع اعبائهـا فى مستوى اقل من الارضيه لانها تكون اشمل واكبر فى الاختصـاصات والاحمال واعداد المغذيات .

الفصل العاشر
اداره الطاقه
ENERGY MANAGMENT

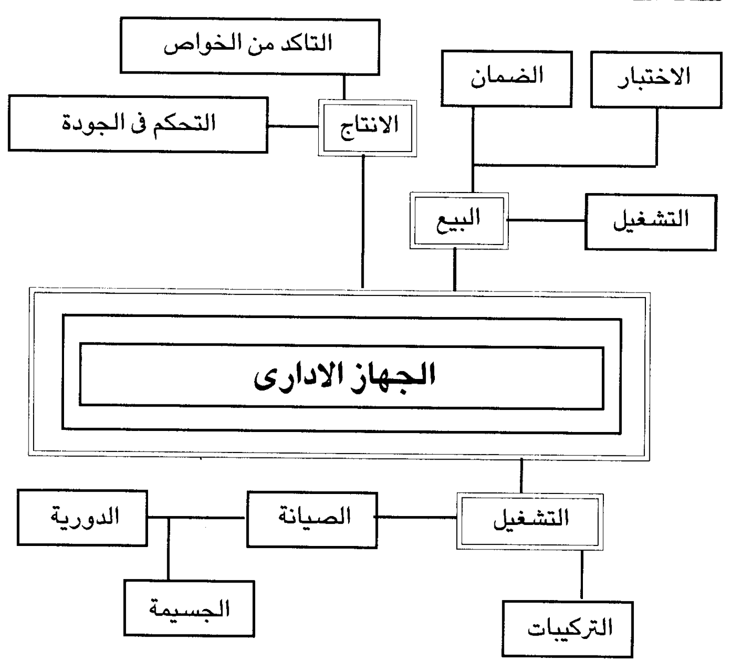
ان اداره الطاقه فى الشبكات عموما عملا اساسيا يقوم به المختصين الا ان اداره الطاقه المفقوده لم تأخذ الشكل المناسب تركيزا سواء من ناحيه التخطيط او حتى من جهه التنفيذ وهذا الامر يزداد خطوره مع التقدم العلمى والاحتياج المتطرد فى زياده استهلاك الفرد للطاقه الكهربيه وما يؤدى هذا الى انخفاض الطاقه المختزنه الاحتياطيه سواء فى باطن الارض او على سطح الكره الارضيه .

كما يعبر استهلاك الفرد من الطاقه فى المجتمع عن مستوى المعيشه له وبالتالى يمكن ان تقاس مستويات تقدم الامم من خلال الاستهلاك المتوسط فى الطاقه للمواطن فى الدوله ويجدول الجدول رقم ١٠-١ التطور الاستهلاكى فى الطاقه الكهربيه بانحاء البلاد مقسمه على مناطق وطبقا للاحصائيات المنشوره فى تقارير وزاره الكهرباء والطاقه .

الجدول رقم ١٠-١ : التطور فى الاستهلاك الفردى من الطاقه الكهربيه بالالف كيلو وات ساعه فى جمهوريه مصر العربيه

المنطقه	العام الميلادى			نسبه الزياده ٪	
	١٩٨٠	١٩٨٦	١٩٩٢	٨٦/٨٠	٩٢/٨٦
القاهره	١,٦١	٠,٨٠	١,٠٥	٠,٥٠-	١,٣١
وجه بحرى	٠,٢١	٠,٤٢	٠,٥٩	٢,٠٠	١,٤٠
القناه	٠,٧١	٠,٩٦	١,٢٧	١,٣٥	١,٣٢
البحر الاحمر	٠,١١	٠,٤٠	٠,٧٩	٣,٦٤	١,٩٨
مصر الوسطى	٠,٠٧	٠,١٧	٠,٢٧	٢,٤٣	١,٥٩
مصر العليا	٠,٩١	١,١١	١,١٨	١,٢٢	١,٠٦
الغرب	٠,٠٥	٠,١٥	١,٧٠	٣,٠٠	١١,٣٣
سيناء	٠,٣٠	٠,٢٣	٠,٦٨	١,٦٠	٣,٠٠
اجمالى	٠,٤٠	٠,٥٥	٠,٧٢	١,٣٨	١,٣١

تظهر الاهميه البالغه فى اقتصاديات التشغيل لتقليل الفاقد ويكون لهذا الموضوع اهميه قصوى اذا ما كانت الشبكات الكهربيه ضخمه وهنا يهمنا بالدرجه الاولى الاهتمام بالاحمال الصغيره الناتجه عن المستهلك غير المتخصص بغرض التوصل الى افضل انقاذ للطاقه الضائعه .



الشكل رقم ١٠-١ : الرسم التخطيطى لتوزيع الاقسام الاداريه لاداره الطاقه المفقوده عن الاستخدام الجهلى

اما الوصلات الكهربيه واسلوب التركيبات الكهربيه سواء كانت المنزليه او فى المنشآت الصناعيه او المبانى الحكوميه الضخمه مثل الابنيه التعليميه وهو الامر الذى يؤدى الى فقدا فى الطاقه وان كانت قيمتها تافهه فى كل موقع على حده الا انها تمثل كميات هائله ضائعه على الدوله من خلال شبكاتها الكهربيه ولذلك من الضرورى وضع الاساليب المناسبه لاداره هذه الطاقه المهدره ويعطى الشكل رقم ١٠-١ رسما تخطيطيا لتوزيعات الاقسام المختلفه اللازمه لاداره الطاقه المفقوده نتيجه الجهل الكهربى بالاستخدام والمشار اليه سابقا حتى يتيح لنا فرصه التقاط الطاقه الضائعه واستغلالها فى

الاحتيـاجات الاخـرى وهو النظام المقترح للعمل به بعـد الفحص والتمحيص بمـزيد من الدراسه والبحث وصولا الى الهدف الذى نبغيه جميعا .

١٠-١ : اداره الطاقه المفقوده MANAGEMENT OF ENERGY LOSS

يعتبر الاشراف الفنى على الفقـد فى الطاقه من اهم الركـائز التى تهم العـالم الان من حيث الحفاظ على الطاقه المتاحه ومن اجل عدم اهدار اى منها فى المجالات التى قد تتيح لنا الاقل تكلفه او الاقل استهلاكا للطاقه سواء كـانت الطاقه التقليديه او الطاقه الجديده والمتجدده حتى يتم الوصول الى الحالات الامثل اقتصاديا وامنيا للطاقـه العربيه وحتى يتوازن الامن القومى العربى للطاقه مع غيره من الحدود الفنيه والمعالم العربيه على الساحه الدوليه .

نزيد من الاسلوب الامثل فى اداره الطاقـه لترشيـدها وذلك عن طريق حسن استخـدامهـا والاستعانه بالوسائل المختلفـه التى توفرها وياتى موضوع الاضاءه فى المقـدمة بالنسبه لباقى النقـاط من حيث الاهميه للشخص العادى خصوصـا وان المستهلك عاده يقبل على المصابيـح الفلورسنتيه نظرا لاهميـه الاضاءه البالغـه نذكر انـه تتواجد الانـواع الحديثه المتقـدمه فى هذا الشأن مثل تلك المبينه فى الشكل رقم ١٠-٢ (ص: ٢٨١) فتظهـر بعض الانواع لمصابيح الفلورسنـت عاليه الكفـاءه والتى يمكننا استخدامهـا ببساطه وتعطى لنا من الوفـر المناسب حيث انها تقـدم لنـا شده الاضـاءه المطلـوبه وتفى بالغـرض مع قله الاستهلاك من الطاقه .

يمكن استغـلال اداره الطاقـه على المستـوى العربى مـن اجل النهوض بـالامه العـربيـه والحفاظ على كل مالديها من طاقه حاليه او احتياطيه حتى نتمكن من اطاله عمر المخزون الاستراتيجى من الطاقـه فى العالم العـربى وحتى نساهم فى تقـدم الجيل لقادم من الامـه العربيه فى الوصول الى ارفع المناصب على المستوى العالمى فى شتى الميادين علاوه على ان الطاقه من اهم مميزات العصر الحالى وقد اوشك على الانتهاء القرن العشرون واقبل القرن الحادى والعشرون بكل مـا يحتـويه من تقدم علمى وتكنـولوجى مع السرعـه العالميـه فى الحركه فى كافه المجالات .

بالرغم من هذه المحـاولات والاحتياج الى البترول لغرض غير الطاقـه يعتبر الاساس الاول له حيث يقدم الكثير من المواد الصناعيـه الحديثه العـديده فى مختلف مجالات الحياه وعلى جميع المستويات وذلك يعطى للبترول الميزه الكبرى التى لاتتـاح لغيره من مصادر الطاقه الطبيعيه كما ان الغـاز الطبيعى وظهوره فى السـاحه الاستخـداميه كنوع هام من الطـاقه التى توفر الكثير وتعطى الطاقـه الانظف قد سهل المهمه للتوسع فى استخـدامات البترول صناعيا اكثر من استخدامه وقودا بالرغم من اهميته الوقوديه ايضا .

ولذلك الاتجاه الكبير الى الغـاز الطبيعى يعتبر امرا طبيعيا ويجب ان نسـاهم بكل الاشكال لتوسيع رقعـه استخدامه للمساهمه بشكـل فعال فى ايجاد الفرصه لانتـاج المواد الحديثه

المستحدثه صناعيا من مركبات البترول وهذا ما قد يساعد فى التقدم العلمى على نفس المنوال والعصر القادم سيشهد الكثير من هذه الاستحداثات المقبله علينا وخصوصا مع التقدم فى ميدان الاتصالات التى جعلت العالم كحجره واحده لايغفل فرد عما يدور فيها .

وتتجه كل الاستراتيجيات الحاليه والمستقبليه على المستوى العالمى الى ترشيد استخدام الطاقه وخصوصا البتروليه منها عن طريق استخدام الغاز الطبيعى لتشغيل الاتوبيسات حيث انه يتميز كوقود مثل بقيه الانواع ولكنه يزيد فى المزايا الفنيه والبيئيه بجانب الاقتصاديه وهو السبب فى سرعه انتشار استخدامه فى اغلب الدول المتقدمه بجانب بعض الدول العربيه وفى مقدمتهم جمهوريه مصر العربيه ويبين الجدول رقم ١٠-٢ الدول العالميه التى تستخدم الغاز الطبيعى لتموين السيارات ومحددا به اعداد السيارات المستخدمه له .

كما يظهر من هذا الجدول ان سيارات النقل هى المستخدمه الرئيسيه للغاز سواء كان النقل السريع او البطىء وذلك الاستعمال يتطلب تعديلا فنيا حتى يصبح الموتور صالحا لكل من السولار والغاز الطبيعى كوقود له وهذا مادلت النتائج على توفيره للطاقه بمعدلات كبيره مما يعطى الفرصه لاستغلال الطاقه الاخرى فى التنميه اللازمه على الساحه فى كافه الميادين .

وباسلوب استخدام الغاز الطبيعى فى وسائل النقل تتحقق المزايا العديده ومنها نذكر اهمها على النحو التالى :

١- توفير الاستهلاك فى البنزين والسولار والديزل .

٢- حمايه البيئه من التلوث من عادم الاحتراق الناتج عن الوقود التقليدى وما بها من شوائب كبريتيه ومركبات الرصاص وثانى واول اكسيد الكربون .

٣- الاداء الافضل للمحرك مع تقليل معدلات التآكل فيه حيث ان الاحتراق يكون كاملا .

٤- خفض معدلات التلوث الصوتى والضجيج على مستوى المدن الكبرى مما يدعوا الى مزيد من الراحه وعدم القلق .

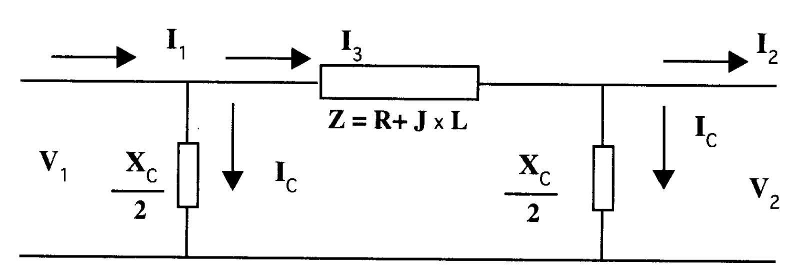
٥- سهوله الصيانه ونظافه المحرك .

٦- انخفاض معدلات استهلاك الزيوت والشحومات اللازمه لتسيير السيارات حيث ينعدم تقريبا تسرب ثانى اكسيد الكربون اليها اثناء عمليات التشغيل .

الجدول رقم ١٠-٢ : بيان بعدد السيارات ومحطات التموين للغاز الطبيعى عالميا بالنسبه لسيارات النقل بالاضافه الى التعبئه المنزليه

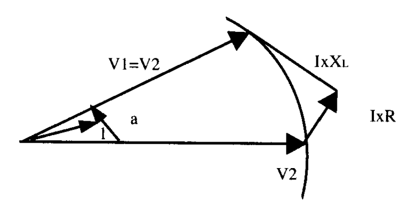
الدوله	عدد سيارات النقل			عدد محطات التعبئه
	الثقيل	الخفيف	اجمالى	
ايطاليا	٢٠	٢٣٥٠٠٠	٢٣٥٠٢٠	٢٤٠
الارجنتين	١٠	١٠٠٠٠٠	١٠٠٠١٠	١٢٥
نيوزيلندا	٦٥	٥٠٠٠٠	٥٠٠٦٥	٣٥٠
امريكا			٣٠٠٠٠	٣٢٨
كندا	٢٥	٢٦٠٧٥	٢٦١٠٠	٦٧٣
البرازيل	٣٠٠	٤٠٠	٧٠٠	٧
استراليا	١١٢	٥١٤	٦٢٦	١٠
هولندا	١٧	١٨٣	٢٠٠	١٣١
بنجلاديش	١٣	٥٢	٦٥	١
تايلاند	١١	٢٠	٣١	٢
بلجيكا		٢٤	٢٤	١
اليابان	١	٢١	٢٢	٤
انجلترا		١٦	١٦	٢
السويد	٥	١	٦	٣

وتطغى مشكلة أستهلاك الطاقة على بقية الموضوعات العصرية فى العالم على وجه الأطلاق واتجهت بالفعل كل قطاعات الطاقة فى جميع أنحاء المعمورة للتخلص من المفاقيد الكهربية أو حتى غير الكهربية والتى بالتالى تستهلك الطاقة الكهربية وتقليلها الى أقصى حد ممكن علميا وعمليا ولذلك يمكننا التعبير عن الفقد الكهربى فى الشبكة الكهربية من خلال الدائرة المكافئة للشبكة الكهربية والواردة فى الشكل رقم ١٠-٣ حيث انها تمثل الدائرة بالدخول من المنبع (V_1) وحتى جهد الأستهلاك (V_2) .



الشكل رقم ١٠-٣ : الدائرة المكافئة للشبكة الكهربية

يأتى الفقد فى هذة الدائرة من خلال المثلث المبين فى الشكل رقم ١٠-٤ حيث كلا من الفقد الحقيقى ACTIVE LOSS والفقد الظاهرى REACTIVE LOSS يظهران فالفقد الحقيقى يعتمد على المقاومة الفعالة المكافئة EQUIVALENT RESISTANCE بينما الفقد الظاهرى يعتمد على الأجزاء السعوية CAPACITIVE وكذلك الحثية INDUCTIVE المتولدة فى الشبكة نتيجة التشغيل وشكل الأحمال عند نقاط الأستهلاك كما أن هذا الفقد الظاهرى يتأثر بدرجة كبيرة بتواجد التوافقيات فى الشبكة وهو الأمر غير المرغوب فيه بل يجب أخراج هذة التوافقيات HARMONICS من الشبكة أولا بأول .



الشكل رقم ١٠-٤ : الرسم المتجهى للجهد عند طرفى الدائرة المكافئة

نرى أنه للحصول على جهد متساو على طرف الدائـرة المكافئة اذا ما كانت تمثل شبكة نقل الطاقة الكهربية وبالتالى تكون ذات جهـد عالى وعندئذ يكون التيار أقل ما يمكن ونحصل على الفقد فى الطاقة $P(Loss)$ فى الصـورة .

$$P(Loss) = I^2 \times R$$

ويكون تأثير تساوى الجهـدين على طرف الدائرة ناتجا مـن ظهور الزاوية (a) التى تنتج من الفقد الظاهرى فى الشبكة وهى المفاقيد غير المطلوبة إلا أن القليل منها ضروريا لإيجاد زاوية بين كلا من الجهدين V_1 عند المنبع و V_2 عند نهاية النقل الكهربى .
على الجانب الأخر نجـد أن الفقد الظاهرى $Q(Loss)$ من الدائرة المكافئة يأخـذ الصورة الرياضية :

$$Q(Loss) = (I_3)^2 \times X_L + \{(Ic_1)^2 + (Ic_2)^2\} \frac{X_c}{2}$$

لما كان الفـرض الأول يعتمد على المســاواة بين قيمة كـلا من الجهد V_1 عند المنبع والجهد V_2 عند المستهلك فى الـدائـرة المكـافئة (المستهلك هنا على أطراف شبكة النقـل وليس عند جهد الأستهلاك الفعلى) فيكون بذلك :

$$Ic_1 = Ic_2$$

ومن هنا تصل الصيغة المبسطة للفقد الظاهرى $Q(Loss)$ منسوبا الى الطاقـة الكلية من المنبع (S) وهـى :

$$\text{Loss Ratio} = \left(\frac{V}{I}\right)\left\{\frac{4}{X_c} + \frac{\sin^2 a}{X^2_L + R^2} * X_L\right\}$$

من هذة المعـادلة البسيطة نستطيع أن نحصل على مـدى تغير أقصى قيمـة كنسبة الفقـد LOSS Ratio ويعطى الجدول رقم ١٠ـ٣ هذة القيم من خلال الصيغة النهائية لنسبة الفقد الظاهرى Ratio Of Reactive Loss وهـى

$$\text{Loss Ratio} = \frac{Zin}{X_L}\left\{\frac{4}{M} + \frac{\sin^2 a}{1 + N^2}\right\}$$

محددا مدى التغير لكل من هذة المعاملات Zin , M , N الناتجة فى المعادلة الأخيرة .
لمزيد من الدراسة نضع صيغة نسبة الفقد الظاهرى فى الصورة :

$$\text{Loss Ratio} = \frac{Zin}{X_L}(K)$$

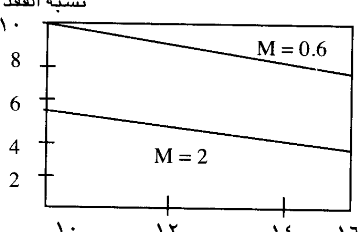
حيث نطلق على الجزء (K) أسم معامل الفقد الظاهرى ويتم التعبير عنة با لمعادلة :

$$K = \frac{4}{M} + \frac{\sin^2 a}{1 + N^2}$$

الجدول رقم ١٠-٣ : مدى التغير لأقصى نسبة فقد كهربى فى الشبكة الكهربية

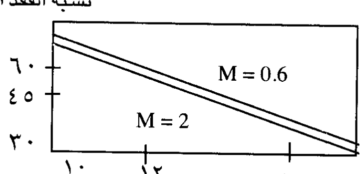
المعامل	الصيغة المكافئة	مدى التغير
Zin	$\frac{V}{I}$	ثابت
M	$\frac{X_C}{X_L}$	٠,٦ - ٢,٠
N	$\frac{X_L}{R}$	١٠,٠ - ١٦,٠
a	زاوية التحكم بين الجهدين	١ - ٨

ومعامل الفقد هذا (K) يعتمد على كل المعاملات الأخرى التى تواجدت فى المعادلة ويعطى الشكل رقم ١٠-٥ مدى التغير له مع قيمة المعامل N وذلك عند زاوية التحكم ١ْ فقط



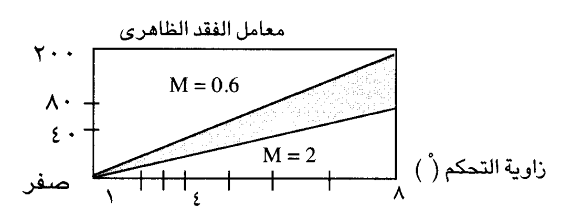
الشكل رقم ١٠-٥ : مدى تغير نسبة الفقد مع المعامل N لزاوية التحكم $a = 1^{\circ}$

بينما نجد الشكل رقم ١٠-٦ يقدم هذا التغير عند قيمة الزاوية ٥ْ حيث نجد أن الفقد قد تضخم بصورة مرعبة نسبة الى الزاوية الصغيرة والواردة فى الشكل رقم ١٠-٥ ولذلك نجد أن زاوية التحكم من أول الأساسيات الجوهرية ليس فقط لتقليل الفقد بل أيضا للتحكم فى جهد القضبان الرئيسية بارجاء الشبكة الموحدة ككل .



الشكل رقم ١٠-٦: تغير الفقد الظاهرى عند زاوية تحكم قدرها ٥ْ

وهذا التغير فى الشكل رقم ١٠ـ٦ يؤكد أن زيادة النسبة بين الممانعة الى المقاومة يقلل من نسبة الفقد الظاهرى بينما المعامـل M قد ظهر ضعيفا فى التأثير على نسبة الفقد الظاهرى خصوصا مع الزاوية الصغيرة بين جهـدى الدائرة المكافئة ولهذا عرض الشكل رقم ١٠ـ٧ مدى تغير نسبة الفقد الظاهرى مع تغير الـزاوية بين الجهدين مباشرة حيث نجد أن التغير غير خطى ويزداد بشدة بإرتفـاع قيمة الزاوية بين الجهدين وذلك من خلال حسـاب قيمة معامل الفقد الظاهرى K وعلاقتة مع زاوية التحكم بين جهدى الشبكة .



الشكل رقم ١٠–٧: حدود التغير فى نسبة الفقد الظاهرى مع زاوية التحكم

وعلى وجة العمـوم فإن زيادة القدرة الظاهرية يعنـى فقدا ظاهريا أكبر ومعامـل قدرة أقل وهو ما يتسبب فى العيوب التالية :

١ـ أرتفاع تكلفة أنشاء المحطات الكهربية لتغذية نفس الحمل الكهربى .

٢ـ يقلل من القدرة على التحكم فى زاوية التحكم ويجعل عملية الحفـاظ على جهد القضبان ثابتا عملية صعبة .

٣ـ الأحتياج الى احجـام أكبر من الموصلات لمواجهة الفقد الظاهرى خصـوصا فى شبكات النقل .

١٠ـ٢ : اداره الاستهلاك الكهربى

ELECTRIC CONSUMPTION MANAGMENT

من المحطات الغازيـه والخاصه بالتعبئه توجـد نوعيتان مثل المحطات الثـابته والمحطات المتنقله وهى تمثل نقطه تحول بيئيه من الدرجـه الاولى حيث العادم النظيف بالمقارنه مع مثيلاته مـن الانواع التقليديه الاخرى كما جـاء فى الجدول رقم ١٠–٤ وهو الذى يجدول البيانات الفنيـه لنسبه الملوثات فى البيئه والناتجه عن الغاز الطبيعى ومقـارنه مع الارقام القياسيه المسمـوح بها عالميا مما يظهر معه ان الغـاز الطبيعى يعتبر متفوقا على غيره من المصادر التقليديه للطاقه الحراريه والمتمثله فى الوقود التقليدى .

جدول رقم ١٠-٤ : بيان بعادم السيارات باستخدام الغاز الطبيعى

الناتج (جم / ك.و.س.)	المسموح به	عن الغاز الطبيعى
اكسيد نتروجين	٩	اقل من ٢
هيدروكربونات	١,٢٥	اقل من ٠,٦
اول اكسيد كربون	٥	اقل من ٢
مواد صلبه	٠,٤٠	اقل من ٠,٠٥

اما عن المقارنه بين الخصائص لكلا من البنزين والغاز الطبيعى فان الجدول رقم ١٠-٥ يقدم المعايير الفنيه لهما حتى تكون المقـارنه فى اوضح صورها كى نتبين الاهميه الكبرى لاستخدام الغاز الطبيعى عن الوقود التقليدى هذا بالاضـافه الى القيمه والفائده الافضل فى استخدامه من حيث نظافه البيئه كما ان الجدول رقم ١٠-٥ يبين ان الغاز الطبيعى اقل كثافـه وذلك لكونه غازا او سـائلا مضغوطـا اما الميزه الواضحـه هى تلك التى تأتى مع القيمه الحراريه له حيث انه اعلى من الانواع الاخرى مما يعطى ايضـا وفرا فى الاستخدام والاستهلاك .

الجدول رقم ١٠-٥ : المواصفات القياسيه مقارنه لانواع الوقود المختلفه

الـــوقـــود	الكثافه (كجم / م . م.)	القيمه الحراريه (ك.كالورى / كجم)
البنزين	٠,٨٢	١٠٥٠٠
الديزل	٠,٧٣	١٠٣٠٠
الغاز الطبيعى	٠,١٤	١١٩٠٠

ضغط الغـاز تحت ضغط عالى يمثل خطوه اخـرى الى الامام فى شغل الحيـز اللازم لحفظ الوقود مما يسـهل فى اختصار الخزانات المطلوبـه والضروريه للانواع الاخرى من الوقود خصــوصا وان الغـاز يتم ضغطه الى ٣٠٠ ضغط جـوى للحفظ وتحويله الى ضغط ٢٢٠ ضغط جـوى عند الاستخدام باستخـدام المنظمات الخاصه لهذا الغرض يـزداد النشاط التجـارى المعنى بالغاز الطبيعى على المستـوى العـالمى حيث يعطى الجدول رقم ١٠-٦ معدلات التجـاره العالميه على المدى الزمنى منـذ عام ١٩٨٥ والتطورات التاليـه حتى عام

١٩٩٢ وتظهر فى الجدول كلا من الجزائر وليبيا وابو ظبى ضمن الدول العربيه التى تنتج هذا النوع من الوقود .

الجدول رقم ١٠ـ٦ : بيان عن تجاره الغاز الطبيعى المسال عالميا

الدوله	السنوات (بليون متر مكعب)				
	١٩٨٥	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	نسبه ٩١/٩٢
الجزائر	١٢,٦٤	١٩,٠٥	١٩,١٤	١٩,٧٠	٢,٩
ليبيا	١,٠٤	١,٢٤	١,٥٨	١,٣٠	١٧,٧
ابو ظبى	٣,١١	٣,٢٠	٣,٤٥	٣,٤٠	١,٤
استراليا		٣,٩٤	٥,٢١	٦,٢٠	٩
بروناى	٦,٨٦	٧,٢١	٧,٠٠	٧,١٠	١,٤
اندونيسيا	١٩,٩٤	٢٧,٥٣	٢٩,٧١	٣١,٢٠	٥
ماليزيا	٥,٩٢	٨,٦١	٩,٥٥	١٠,٧٠	٢
امريكا	١,٣٧	١,٣٦	١,٣٣	١,٤٠	٥,٢
اجمالى	٥٠,٨٨	٧٢,١٤	٧٦,٩٧	٨١,٠٠	٥,٢

من الهام ايضا توضيحه الان هو ان تجاره الغاز الطبيعى قد ازدادت بشكل ملحوظ فى التسعينات حيث بدات بعض الدول وعلى المستوى العالمى بعمليات تصديره من خلال خطوط انابيب دائمه مما يكون الاسهل والاسرع بجانب ضمان الاستمراريه لتغذيه المستورد من اى من الكميات التى يحتاجها خصوصا وان الضخ يكون آليا ولايحتاج الى الحساب المسبق بل يكون هناك التعاقدات المواكبه لنظام العمل ولتغطيه كافه الاحتياجات كما يجدول الجدول رقم ١٠ـ٧ كميات الغاز المصدره خلال عامى ١٩٩١ و ١٩٩٢ حيث كانت الزياده الملحوظه فى الاستهلاك كما يظهر من القراءات فى الجدول بينما وردت ايضا نسبه التغير ما بين عامى ١٩٩١ و ١٩٩٢ فيما عدا الاتحاد السوفيتى سابقا الذى اظهر تغيرا سلبيا فى النسبه بين تصدير العامين المذكورين .

الجدول رقم ١٠-٧ : بيان عن تجاره الغاز الطبيعى عالميا بواسطه خطوط الانابيب خلال العامين ١٩٩١ و ١٩٩٢ (القيمه بليون متر مكعب)

الـــدولـــه	السنوات		
	١٩٩١	١٩٩٢	نسبه ٩٢/٩١
الجزائر	١٤,٧٦	١٥,٩	٧,٧
بوليفيا	٢,٢٠	٢,٢	١
كندا	٤٧,٢٦	٥٦,٦	١٩,٥
الدنمارك	١,٢٧	١,٥	١٨,١
ايران	٣,٠١	٣,٠	١
هولندا	٣٨,٦٤	٤٠,٤	٤,٦
النرويج	٢٤,٦٥	٢٥,٩	٥,١
الشارقه	٣,٠٠	٣,٠	١
امريكا	١,٩٩	٢,٨	٤٠,٧
الأتحاد السوفيتى	١٠٥,٢٠	٩٩,١	٥,٨-
المانيا	١,١١	١,٢	٨,١
اجمالى	٢٤٣,١٩	٢٥١,٦	٣,٥

وننوه هنا الى ان الجزائر قد ارتفعت فيها نسبه التطور بين العامين محل المقارنه الى ٧,٧ مشيره الى الزياده الكبيره فى النشاط التجارى فيها بمجال الغاز الطبيعى تصديريا عن طريق خطوط الانابيب اما عن التصدير المسال منها كما جاء فى الجدول رقم ١٠-٦ فان نسبه التطور فى نفس الوقت هى ٢,٩ وهذا ايضا يؤكد ما سبق ايضاحه من النشاط الملحوظ فى مجال تصدير الغاز الطبيعى العربى الى باقى البلدان .

ومن المعروف أن شبكات التوزيع تلعب دورا صغيرا بجانب شبكات النقل فى هذا الخصوص ولذلك تظهر أدارة الطاقة كواحدة من أهم مشاكل اليوم الحيوية والتى يجب أن تغطى رفع كفاءة الطاقة سواء فى نقل الطاقة الكهربية أو توزيعها حيث يظهر نوعا جديدا من الفقد فى شبكات التوزيع الأستهلاكية والذى يعرف بأسم الفقد الأجتماعى Social Loss ويكون بذلك الفقد الكلى فى الشبكة هو :

الفقد الكلى	=	الفقد الظاهرى	+	الفقد الفعال	+	الفقد الأجتماعى	+	الفقد الأستهلاكى

أمـا عن الفقد الظاهـرى فقد سبق الحديث عنة فى البنـد السابق وتعـرفنا على أعتمادة على زاوية التحكم فى جهود الشبكة الكهربية إلا أنة لا يعتمد فقط على ذلك بل أيضا على معدات وأجهزة التعـويض وعادة مـا تكون هذة المعدات سعوية الطابع وهـى التى تقوم بدورها بتحسين زاوية القـدرة وبالتالى معـامل القـدرة فى الشبكة ولذلك تتجة الشبكات الحديثـة بوضع الضوابط عند أستخدام أجهزة أستهلاكية حيث تلزم المستهلك برفع معامل القدرة لكل جهاز على حـدة وقد يصل الأمر الى رفع معـامل القدرة بمحسنات معـامل القدرة على الحمل الكلى للمـوقع إلا أن هذة العمليـة ليست بسيطة وتحتاج الى الـدراسة المستفيضـة والبحث العميق تجنبـا لأية أخطار جـانبيـة من أستخـدام هذة المعـدات وهو مـا يخص القواطع الكهـربية والجهود الزائـدة الداخلية وأضرارها والتى قد تصل الى حـد أنفجارها أحيانا .

بالنسبة للفقد الفعال فله حـدودة الفنية والتى لا يمكن أن تقل عنها ولا نستطيع حتى ذلك وهى أنواع محددة نتيجة أبعاد وأطوال وأنواع الموصـلات والكابلات والمحولات فى الدائرة (أى الشبكة الكهربية) ولكن يمكن تقليلها بشكل آخر وذلك من خلال :

١ـ أعادة توزيع الأحمال على الخطوط والمغذيات مما يسمح بعـدم تركيز الأحمال فى كابل محدد فتكون النتيجة الأرتفـاع الهائل فى الفقد الفعال وذلك يعتمـد على النظرية الرياضية التالية :

$$(I_1 + I_2)^2 > (I_1)^2 + (I_2)^2$$

وبمعنى أخر يمكن القول ببساطة أن :

$$(I_1 + I_2 + I_3 + \cdots)^2 > (I_1)^2 + (I_2)^2 (I_3)^2 + \ldots\ldots$$

وهذا يعنى أنة بدلا من تحميل كابل ما بمجمـوع الأحمال كلها يمكننا تجزئة هذة الأحمال الى أجزائها وتوزع على كـابلات وإن كانت مماثلة للأول فى المقطع فيكون الناتج من الفقد الفعال هو :

$$\text{Active Power Loss} = I^2 \times R$$

وبالتالى نحصل على :

$$(I_1 + I_2 + I_3 + \cdots)^2 \times R > (I_1)^2 R_1 + (I_2)^2 R_2 + (I_3)^2 R_3 + \cdots$$

ويكون فى النهاية الفقد الكهربى أصغـر حتى وإن كانت المقاومات R_1 ، R_2 ، R_3 كبيرة نوعا ما لأن التصغير فى التيار يتناسب مع المربع وبالتالى نستطيع تقليل الفاقد الكهربى بشكل كبير .

٢ـ تقصير مسـافـات التغـذية وذلك مـن خـلال الخطوط المبـاشرة كلما أمكن نتيجـة أن المقاومة التى تدخل فى قيمة الفقد وتتأثر بطول الموصل تبعا للمعادلة :

$$\text{مقاومة الموصل} = \frac{\text{المقاومة النوعية} \times \text{طول الموصل}}{\text{مساحة مقطع الموصل}}$$

٣ـ زيادة مقطع الأسلاك خصـوصا مع التيارات الكبيرة حتى تقل المقاومـة تبعا للمعادلة الواردة فى النقطة السابقة ولكن هذة العملية عبـارة عن حدود أقتصادية قد لايسمح بها فى كل الأوقات .

٤ـ أختيار نوعيات معادن للموصلات ذات مقاومة نوعية صغيرة فتقل معها قيمة المقاومة الكلية وإن كانت بقدر بسيط .

٥ـ تعـديل منحنى الأحمال حتى لا تكون التيارات متضخمـة ونقـوم بتقليلها من خـلال شكل الأحمال ككل .

بالنسبة للفقـد الأجتماعى فهو ذلك الفقد الذى يتم وان كـان نادرا من بعض الأفراد قليلى الوعى فى حصـولهم على طـاقـة كهـربيـة بأسـاليب غير مشروعـة فيكون أستهـلاكهم للطاقةفقدا فى الشبكة لأنه لم يخرج الى المصادر المحددة لاستهلاك الطاقة وهذا له تأثيران هامان :

١ـ التأثير الأقتصادى على حساب تكلفة الكيلو وات ساعة .

٢ـ التأثير الفنى وهو مـا لايدركة المتسبب فى هذا الفقـد والذى قد يؤدى الى تدمير أمـاكن كهربية أو خـلايا سواء عن طريق التحميل الزائد Over Load أو بأنتاج قصرا لا أدراكى فى الشبكة Short Circuit وما ينتج عنة من كـوارث أحيانا ويكون لهذا التأثير العيوب التـالية على وجة العموم :

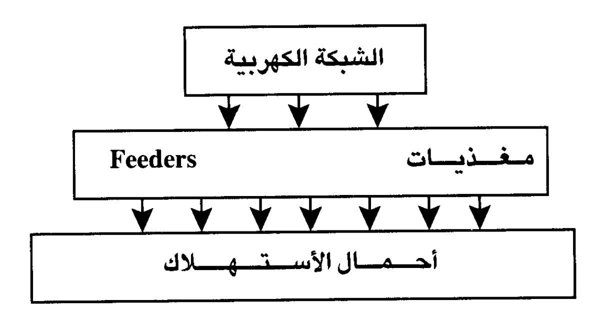
أ ـ تقصير عمر الوحـدات العاملة فى الشبكة اذا مازادت عليها الأحمال فـوق المقنن وهو ما يحدث اذا كان الأستهـلاك محدداً وبالتالى يكون تشغيل المعدات عند القيمـة المقننة لتلبية هذا الأستهلاك والذى يضاف الية الأستهلاك الأجتماعى غير المدرج فى الحسبان .

ب ـ الأخطار الناجمة عن التشغيل الخطأ دون مراعاة قواعد الأمان الخاصة بهذا القطاع .

ج ـ الأخطار الجسيمة اذا مـا كان التحميل الأجتماعى على الشبكة دون خبرة ومـا يتبعها من أضرار فائقة .

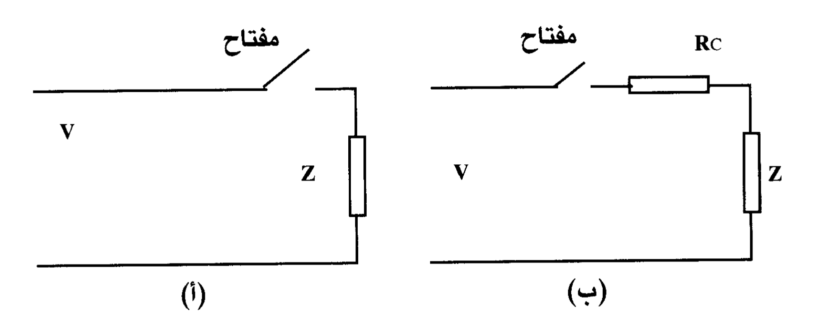
أخيرا والفقد الأستهلاكى وهو فى الحقيقة قـد تم شرحة فى الفصل الثالث من هذا الكتاب فى بند ٣ـ٤ إلا أننا سـوف نتعرض لنفس الموضـوع ولكـن وجهة النظر العملية حيـث يعرض

الشكل رقم ١٠ـ٨ الشكل الصندوقى لتسلسل التغذية الى المستهلك .



الشكل رقم ١٠ـ٨ : الشكل الصندوقى لتغذية الأحمال الأستهلاكية

ونظرا لأن بعض المتعاملين مع أحمال الأستهلاك المبينة فى الشكل رقم ١٠ـ٨ غير متخصصين فيكون هناك أخطاءا نتيجة التوصيل مثلا مع بريزة كهرباء أو عند أطراف مفتاح غير جيد التوصيل مما يعطى مجالا لدخول مقاومة على التوالى مع المفتاح كما هو موضح فى الشكل رقم ١٠ـ٩ فنجد الدائرة الكهربية المكافئة عندما يكون المفتاح جيد التربيط عالى مستوى الكفاءة فى الشكل (أ) بينما تظهر المقاومة الشرارية نتيجة الأستخدام الخطأ كما هو فى الشكل (ب) وبالتالى تدخل هذة المقاومة فى الدائرة وتستنفذ جزءا من الطاقة الكهربية علاوة على الضرر الأخر الخاص بتدمير المفتاح زمنيا وتقصير عمره الأفتراضى .

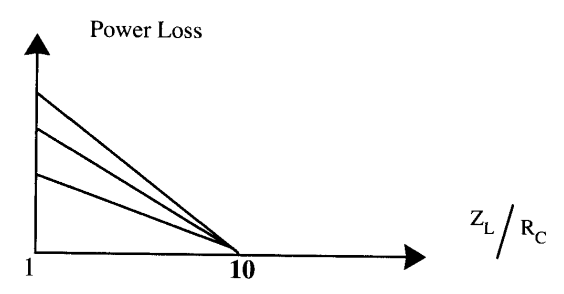


الشكل رقم ١٠ـ٩ : الدائرة الكهربية لحالتى مفتاح سليم وسىء التربيط

نجد أن الفقد الكهربى فى هذة الحالة نتيجة التوصيل السىء للمفتاح هو :

$$\text{Power Loss} = \frac{V^2}{R_c\left(\frac{Z_L}{R_c} + 1\right)}$$

وهو ما يمكن أن نراة فى الشكل رقم ١٠-١٠ حيث نجد أن قيمة الفقد تتناقص مع النسبة (Z_L / R_C)

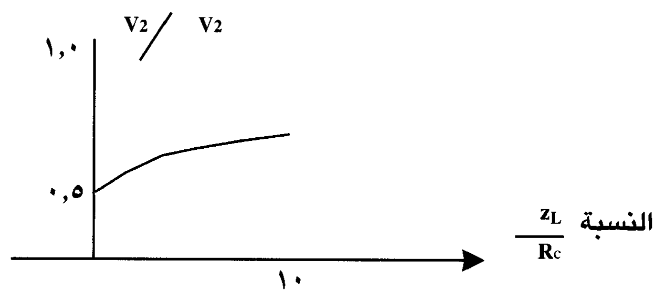


الشكل رقم ١٠-١٠ : الشكل العام لتصغير الطاقة المفقودة فى المفاتيح سيئة التوصيل مع زيادة النسبة $\frac{Z_L}{R_C}$

وفى الحقيقة ينعكس هذا على تخفيض قيمة الجهد على أحمال الأستهلاك (V_L) وتقل بمقدار الفقد الجهدى فى المقارنة المكافئة لسوء التوصيل لأطراف المفتاح والنسبة بين الجهدين هى :

$$\frac{V\,(\text{Supply})}{V_L} = 1 - \frac{1}{\frac{Z_L}{R_c} + 1}$$

ومن هذة المعادلة الرياضية نحصل على القيمة الحقيقية لجهد أحمال الأستهلاك منسوبة الى جهد المنبع (V (Supply ونراها فى الشكل رقم ١٠-١١ حيث نجد أمكانية أنخفاض الجهد الى قيمة دنيا اذا ما صغرت قيمة (Z_L) نسبة الى قيمة مقاومة نقطة التوصيل السىء (R_c) وهو أمر معقول ومقبول بالرغم من أن هذة القيمة دائما صغيرة ويمكن أهمالها أحيانا .



الشكل رقم ١٠-١١ :أعتمادية الجهد عند أحمال الأستهلاك على النسبة $\frac{Z_L}{R_c}$

ولنحصل على رؤية أفضل وأوضح نتوجة إلى حساب كفاءة نقل الطاقة من المنبع الى الأحمال الأستهلاكية والتى تعتمد على التوصيلات السيئة وهى فى الحقيقة من المعاملات الهامة التى تلزمنا لفهم هذا الموضوع بالرغم من قيمة كل فقد أستهلاكى منفصل قليلة جدا إلا أنة بجمع كل الأحمال الأستهلاكية بذات الطابع ومع فترات التحميل الطويلة تكون القيمة الكلية ذات شأن خصوصا مع أستراتيجية الطاقة فى العالم وفى الدول العربية على وجة الخصوص وبالتالى نجد أن كفاءة الطاقة المستهلكة تتبع الصيغة الرياضية التالية :

$$\text{Effeciency} = \frac{1}{1 + \frac{R_c}{Z_L}}$$

ومنها نراها فى الشكل رقم ١٠-١٢ وهو مشابة تماما لذلك المنحنى السابق :



الشكل رقم ١٠-١٢ : علاقة كفاءة أنتاج الطاقة لدى أحمال الأستهلاك

تصـدر الغاز الطبيعى الى كل من بلجيكا وفـرنسـا وايطاليا واليـابان واسبانيـا والمملكه المتحده والولايات المتحده اما عن ليبيا فهى تصدره الى كل من اسبانيا وايطاليا .
هكذا نرى من الاهميـه البالغـه الاعتماد على الطاقـه المتاحـه محليا والنظيفـه بمعنى غير الملوثه للبيئه فى اداره استهلاك النوعيـه الانظف بدلا من الملوثه وهذا يؤكد ضروره الاتجاه الى استخدام الغاز الطبيعى اما فى توليد الكهـرباء على المستوى القومى كما تقوم به الدوله حاليا او ان نتجه فى الاماكن والابنيه القـوميه مثل التعليميه الى التركيز على استخدام الغاز الطبيعى فى المواقع الاكثر استهلاكا للطاقـه مثل المطاعم والمغاسل وغيرها خصوصا اذا ما كان التوليد معتمدا على الوقود الملوث للبيئه .
نضيف الى هذا ان الابنيـه التعليميه تعتمـد فى المدارس الداخليه على التسخين الكهـربى فى مبانى الاقامـه وهذا ليس خطأ بل انه هام واساسى فى الاعتماد عليه الا انه يجب ان يكون ذلك وسيله احتياطيه اذا ما توافـرت شبكات الغاز الطبيعى للتوزيع فى المواقع المجاوره او حتى القريبه ولذلك يكون الاعتماد على الغاز الطبيعـى اولا ثم الطاقه الكهربيه فى مثل هذه الحالات ولهذا لايستبعد تواجـد الشبكات الكهربيه وتركيبـاتها كى تقوم على الاداء الكامل اذا ما تعطلت الشبكات الغازيه لاى سبب من الاسباب .

١٠-٣ : حمايه الطاقه من الاخطار

DANGER PROTECTION OF ENERGY

من الطبيعى ان تتعـرض الشبكات الكهربيه لبعض الاخطـاء والتى قد تكون امـا عاديه او ضـاره او خطـره وفى الثـلاث حـالات يجب على المتخصصين فى هـذا المجـال (مصممين ومنفذين ومشغليين ومتخصصى الصيـانه والمتابعين والاداريين) العمل الجاد على اداره الطاقه فى المواقع المختلفه من المدارس او الصالات الرياضيـه او مبانى الاقامه او المسارح او الملاعب المدرسيه او مبان اتحاد الطلاب فى ان يكون الاستهلاك الكهـربى بكفاءه عاليه وبتوقيته الصحيح دون اهـدار او فقد اى من الطاقه هباءا وهذا هو مـا سبق الاشاره اليه فى هذا الفصل والفصل الثالث بينما يهمنـا هنا الجزء الهام من اداره الطاقه وهو ادارتها فى حالات الطوارىء .
تمثل الحالات الطارئه فى تشغيل الشبكات الكهربيـه داخل الابنيه التعليميه اهميه قصوى لانها تتعـامل وتخدم القطاع الطلابى وهو مـا يكون له من الاهميـه لصغـر السن وعـدم الادراك الكامل وهنا يكـون دور الاداره الكهـربيـــه فى هذه المدارس والتى يجب ان تغطى كافـه الاحتمالات مع مراعاه صغـر السن ولا ننسى ما حـدث اثناء الكارثه الطبيعيه يوم الزلزال فى ١٢ أكتـوبر ١٩٩٢ ومـا حــدث من هرج ومــرج فى المدارس دون غيرها من المنشأت والتى قــد تكون اضيرت بما هو ليس بقليل ولذلك يكـون العبء اكبر فى الابنيـه التعليميه عن غيرها لان الحالات الطارئه فى الكهـرباء تختلف عن الزلزال ولكنها لاتقل عنه خطوره .

اولا : وحدات التشغيل فى الطوارىء EMERGENCY UNITS

تمثل الحالات الطارئـه فى التشغيل الكهـربـى واداره الطاقـه فى الابنيـه التعليميـه اهميـه قصوى حتى نحمى النشىء من ايه عواقب لانرضى عنها ويجب ان يكون الاداء مبنيا على التخطيط المسبق السليم والنظم الهندسيـه التشغيلية الصحيحـه ودون تقصير او اهمال ويقع العبء الاول هنا على المهندس المتخصص لاداره الطاقه الكهـربيه فى المبنى التعليمى المحدد ويجب الا نستبعد حـدوث الحالات الطارئه فهى وارده طبقا للاحصائيـات الدوليه والابحاث العلميه وليست على مستوى الابنيه القـوميه والتى تزداد فيها نسبه الاحتمالات هذه بل على المستوى القومى احيانا وان قلت فيها نسبه حدوثها .

على المستـوى الدولى تمثل حالات انقطاع الكهـرباء حـدث عالمى وتتكلم عنه وتبحث فيـه جميع الهيئات المتخصصه والبحثيـه من الدوائرالعلميـه والاسباب وكيفيه العـلاج واوجه القصور وقد ورد فى الجدول رقم ١٠ـ٨ اشهر حوادث دوليه فى اكبر الشبكات الكهربيه فى العالم والتى صدرت عنها الكتب والابحاث والمؤيده والمؤكده للنظريات والقوانين الهامه فى هذا الصدد .

الجدول رقم ١٠-٨ : بعض الامثله لانقطاع الكهرباء كاشهر حوادث دوليه فى اكبر الشبكات القوميه فى العالم

رقم مسلسل	اسم الدوله	مده وزمن الانقطاع
١	امريكا	عام ١٩٧٧ لمده ١٥ ساعه
٢	كندا	عامى ١٩٦٥ و ١٩٨٨
٣	فرنسا	عامى ١٩٧٨ و ١٩٨٧
٤	البرازيل	عام ١٩٨٢
٥	السويد	عامى ١٩٧٩ و ١٩٨٣
٦	استراليا	عام ١٩٧٦
٧	مصر	يوم ٢٨ رمضان ٢٤ ابريل ١٩٩٠
٨	السعوديه	يوم ٢٨ رمضان ٢٤ ابريل ١٩٩٠

يتم ذلك فى الابنيـه التعليميــه بوضـع وحـدات توليـد طوارىء كما هـو الحال فى مـركـز الدراســات المتقدمــه فى مـدينه الاسماعيليه كما يتم تـوصيلها بنظام حلقى على جهـد ١١ ك.ف. كما هو الحال فى جميع المدارس الصناعيـه والتكنولوجيـه مثل المدرسه الصناعيـة البحريه فى مـدينه السويس مع التغذيه بمحول ١١ / ٠,٤ ك.ف مستقل للمـدرسه كما هو الحال فى مـدرسه تكنولوجيـا المعلومـات الداخليه فى مـدينه الاسماعيليـه وهذه امثله من العديد والمنتشر فى الابنيه التعليميه على المستوى القومى وفى كافه المحافظات .

هنا تظهـر الاهميه الســابقه لعـرض اسلوب الوقايه اللازم لكلا من المحـول والمولد وهما مستخدمــان فعلا بالابنيه التعليميـه بالرغم من انهما اساسا يكونان عناصر اســاسيه فى الشبكه الموحده ولذلك يكون من الهام الالمام بهذه العنــاصر حتى يكون مهندس الكهرباء فى الهيئه العـامه للابنيـه التعليميه درعـا واقيا لحمايه الموقع فى الحالات الطارئـه ويكون فعـالا ومنتجـا ونافعـا للوطن مهما كـان العمل صغيرا او قليـلا فـالدور هام وجـوهرى خصوصا للتعامل مع الصغار من ابناء الوطن .

ثانيا : مراكز الصيانه والوقايه MAINTENANCE AND PROTECTION CENTRES

يمكن التغلب على الحالات الطارئــه ولو بنسبــه قليلة من خــلال النظام الادارى للعمل الكهـربى وذلك بـوضع التخطيط السليم لمستـوى الصيـانـه فى المدارس وباقى الابنيـه التعليميـه وعـدم الاكتفـاء باستمـراريه التشغيل بل يجب المتـابعـه المستمـره بأسلوب الصيانه المجدوله زمنيا للمدارس القـديمه بجانب الجديده وان نعمل على صيانه المدارس وتركيبـاتها الكهربيـه قبل ان تتهالك وتتقـادم وان نمنع حدوث الحالات الطارئـه بالعمل الجاد فى الصيـانه المستمـره ويجب ان تشمل المراكـز الخاصــه بهذه الصيـانه الاجهـزه اللازمــه لاداء العمل على الوجه الاكمـل والتدريب عليهـا وادخال كـل ما هو جـديد فى هذا المجال .

يمثل مركز الصيانه البؤره الصحيحه للعمل الكهربى واداره الطاقه فى الموقع ويشمل هذا العمل الضبط الوقــائى والمراجعـه والاختبـار الروتينى المطلوب وتكـون اعمال الوقـايه واحتســاب الزمن وكذلك التيـار المتخصص للفصل وعمليـه الاحلال والتجـديد لمثل هذه الاجهزه مـواكبا لكل تغيير فى الشبكه التـوزيعيه داخل المبنى التعليمى وعـدم النسيان مع الاعتماد على التسجيل الورقى فى سجـلات مخصصــه وعــدم النظر بعين الاعتبـار لذلك مادام المسئول متذكر هذا ولكن هذا يعتبر جوهر الخطأ الادارى لان الفرد يمكن ان ينسى او ينتقل من مكان الى اخر الا ان الاوراق تبقى سجلا جـوهريا لكل من يرغب فى المتابعه او المراجعه وهذا كله يسرى على كـل القطاعات الكهربيـة فى الدولة وليست المدارس فقط لأن العائد منها يعود على الدولة .

ثالثا : اخطار الحريق FIRE DANGEROUS

من اول الاخطار التى قـد تقـابل الخطأ الكهـربى يأتـى الحريق ويكون الناتج وبالا على

الجميع وتصبح الخسـائر فـادحـه ولا معين الا الله سبحانه وتعـالى ولن يعـود ما فـات والاهمال من جانب مسئـول الكهرباء احيانا يكون الاسـاس لهذه الحوادث المريره والتى لايجب ان تظهر على الاطلاق وبقـدر ما يكون المهندس الناجح بقدر ما يتـلافى حدوث اى من الاخطار او الاضرار كى لانبلغ الى الحاله الخطره او الضاره ولكنه يكون متـابعا جيدا ويؤدى اعمال الصيانه الروتينيـه فى مواعيدها المحدده ويقـوم بالاختبارات الدوريه طبقا لجدول الاختبارات المسبق اعداده .

الاخطار الناجمه عن خطر الحريق تتوالى وتتابع فتصل الى الاضرار بالتركيبـات الكهربيه الاخرى السليمه ولكنهـا قريبه من موقع الحريق ويزداد الضرر بـاتساع رقعه الحريق فى المنطقـه وهنا يظهر دور المهندس المدير للمـوقع قبل واثناء وبعـد الخطر ويكون فى يقظه لأنقـاذ مـا يستطيع انقـاذه اذا مـا حـدث مـا نكره ان نسمع عنه ولكـن يلزم وضـع كل الضمانات الفنيـه لحمايه الموقع ضد مثل هذه الاخطار والتى تمثل خسـاره قوميـه فى كل الاحوال .

العمل الادارى السليم لاداره مثل هذه الحالات قبل حـدوثها يعتمـد على ثلاث محاور هى جـوهريه فى التـواجـد اسـاسيه لحمايه العـاملين والطلاب الصغـار ضروريه للتـواجـد التقسيمى من البدايه والمتابعه التشغيليه بصفه دوريه وهذه المحاور هى :

١ ـ الارتفاع الحرارى THERMAL INCREASE

الاعتماد على النظريـات الاسـاسيـه لحدوث الحريق وهى ان الحريق نـاتجا دائما عن الارتفـاع الحرارى ويكون بذلك النظر الى درجـه الحراره فى الموقع واذا ارتفعت اقتربنا من الخطر الذى يهددنا مثل الحريق وليس بالضروره ان كل ارتفاع حـرارى يمثل حريقا لانه يوجد تغير فى حـراره الجو وكذلك توجد مـواقع ذات طابع متغير ومتقلب فى درجه الحراره مثل المخـابز والمطابخ واحيـانا المطاعم ولهذا نجـد اسـاسـا الاعتماد على رفع او ارتفـاع الحراره ليس الوحيد لتمثيل حالات الخطر ولكنه يعـد مؤشرا هندسيا جيدا كى يلفت النظر للمتابعـه والمراجعه على غرار ما حـدث فى هذا الكتاب فى فصوله السـابقه عند الحديث عن الوقايه الحراريه للمحولات ويكون ناجحا وجوهريا فى اداء العمل .

بالرغم من ان الارتفاع الحرارى جيدا الا انه من الممكن الاستعـانه به للحصول على اشاره بدء الحريق ان وجـد وهو مـا حـذا بالمتخصصين للاعتماد على ذلـك فى بعض الاجهـزه الكاشفه عن الحريـق ولكن ما يهمنا هنا هو النظر الى الارتفـاع الحرارى حتى وان وجدت كـاشفـات حريق من هـذا النوع بنظره جاده لانه مـن وجهه النظر الهندسيـه البحتـه ان التراكم الحرارى يؤدى بدون شك الى ارتفاع فى درجـه الحراره ولذلك يجب النظر باهتمام الى الارتفاع فى درجـه الحراره عمومـا وليس لتلك ذات الصله بالشبكات الكهربيـه بل كل المجالات بلا استثناء .

٢ـ انذار الحريق FIRE ALARM

مواجهه الخطر الناجم عن الحريق لايجب ان يبدأ عندما تنشب الحرائق ثم نتجه الى اتخاذ الضروريات الواجبـه بـل من المبـدأ الهندسى الاول هو استشعـار الحريـق قبل نشـوبه ومحاوله القضـاء عليه فى المهد مع اتخاذ كـافـه الاجراءات اللازمـه ولذلك يجب ان نعـد الشبكه المحليه داخل الابنيه التعليميه للاستشعار عما اذا كان هناك مؤشرات تدل على بدء نشوب حريق ام لا وهنا يكمن الاسلوب الهندسى الصحيح بغـرض ملافاه ايه اخطار قبل حدوثها او على الاقل قبل انتشارها خصوصا وان التـوصيلات الكهربيه غير الجيده غالبا ما تكون مصـدرا لهذا الحريق او حتى تلك العازلات ردئيـه العزل بل منهـا ما يصنع من مواد تشتعل وهنا تكمن الخطوره ولذلك يكون واجبا المراجعـه الاختباريه الدوريه كمهمه اوليه لمنع مثل هذه الحالات .

يستخدم العـديد من النظريات العلميه للاستشعار بمـولد الحريق ولكننا هنا لن نتعرض لها بل علينا ان نتـوجـه باسلوب الاداره لمنع الحريق منذ البـدايه والاداره الهندسيـه الصحيحه تستـوجب تجهيز المعدات اللازمـه وتكون بحاله جيـده وتختبر كل فتره طبقا للمواصفات القياسيه حتى لايفـاجأ المهندس بنقص او عدم صلاحيه اى منها عند اللزوم ووقت مـا لن يسعف فيـه شيئا وعلى الجانب الاخـر يلزم رفع كفـاءه العـاملين فى هذا التخصص بالدورات التدريبيه المستمره والعمل على اضـافه كل ما هو جديد علميا فى هذا الصدد .

من الاسس المطلوب العمل بها هو تدريب المتواجدين والمستخدمين للموقع وهنا نتكلم عن الابنيـه التعليميـه فيكون الدور الاول للمهندس المسئول عن الامن الصنـاعى ان يقـوم بتـدريب الطلاب دوريا وكل فتره عن اسلوب التحـرك واخـلاء المبـانى مثل مـا يحدث فى الطائـرات وتدريب الركاب فى كل رحلـه دون ملل او كلل على وسائل الخروج من الطائـره عند الخطر وطبقـا لاسلوب منظم وهـذا يتم ايضـا فى الرحـلات البحـريه الدوليـه ايضـا والمدارس ليست اقل من ذلك حتى وان لم يحدث كى يتعـود الطلاب والمدرسين والاداريين بالمدرسه على الخروج وقت الازمات عموما وليس الحرائق فقط ويكون عنها الخطر اقل ما يمكن ولانرى او نسمع ما حدث فى زلزال اكتوبر ١٩٩٢ .

٣ـ مكافحه الحريق FIRE FIGHTING

فى هذه المرحله ينتهى دور مهنـدس الكهـرباء خصـوصـا وان قبل هذه المرحله يجب أن يتأكـد من انقطاع التيـار الكهربى والجهـد الكهـربى عن مـوقع الحريق وهو صلب عمله الهندسى بينما يتـولى المهام فى هذه المرحله المتخصصون مـن الامن الصناعى وغالبـا ما يكون فـريق مكافحه الحريق (المطافى) فى الحى او المنطقـه او المحافظه الا اذا كـان هناك مكافحه حريق محليا فيقع عباء ا اضافيا على المهندس المسئول ولاينقطع عمله بل يستمر

سواء تم الاستعـانه بالوحدات المركـزيه للاطفاء او تم الاعتماد على القـوه المحليه بالموقع تبعـا لظروف وشكل الحريق وهذا يضيـف المزيد من الاعبـاء واهميـه المتـابعـه الدوريه المنتظمـه على هذه الشبكات المحليـه ليغطى بها كـافـه الضروريات الاسـاسيـه ضمانا لسلامتها وتواجدها فى الموقع .

تعتبر محطات ضخ المياه PUMPING STATIONS فى هذه الحـاله من اهم العوامل اللازم مـراجعتها لانه عليهـا غالبـا من الأليات أن تعمل كهـربيا مما يكون لمهندس الكهـرباء فى المنطقه مـن عمل هام ويلقى على اكتافـه المزيد من العمل والذى قد يراه احيـانا لالزوم له وهنا تكمن الخطوره حيث الاهمال النـاجم عن الملل الادارى لمراجعـه جـزء لانستخـدمـه ولكنه فى الحقيقه معد كى لانستخدمـه ولا نحب ان نستخدمه وواجبنا انه اذا استخدمناه يكون علينا التأكـد من صلاحيته للاستخـدام ولن ينفع الندم او النظر الى الخلف والعمل الهندسى لايعترف بهذه العبارات التى يستخدمها البعض فى مثل هذه الحالات .

محطات الاطفاء FIRE FIGHTING STATION سـواء المحليه بالموقع او بالمنطـقه فانها تتحمل الدور كامـلا عند مكافحه الحريق ومنها النظام الالى ومنهـا اليدوى ويتبع النظام الالى فى محطات الكهـرباء ومحطات المحولات واحيـانا فى اكشـاك الكهرباء ولكنهـا باهظه التكلفه ويوجد منها أيضا النوعيات التى تعمل بـــ :

١ـ الرزاز المائى

٢ـ ثانى اكسيد الكربون

٣ـ نظم حديثه .

وبصرف النظر عن هذه النوعيات واسلوب عملهـا الا انه من اللازم التوعيه التـامه بالنظم المتبعـه وما يواكبهـا من فصل كهـربى او على الجهـد او غير ذلك من المتطلبات المتغـايره والتى تستحدث كل يوم وهو ما نلمسه مع التقدم العلمى المذهل فى الاونه الاخيره ويعرض الشكل رقم ١٠-١٣ (ص: ٢٨١) واحدا من احدث الاجهـزه المستخدمه فى اداره التحكم فى الطاقه .

بعـد القاء الضـوء على الموضوع نرى انه من الضرورى المتـابعه المستمـره لمراحل العمل المختلفـه اللازمه لانتـاج الطاقـه الكهـربيه من وجهـه النظر الفنيـه عـلاوه على المتابعـه الاشرافيـه والتدريبيـه للعاملين فى هذا الحقل من خـلال المراحل المتعدده المذكـوره ولذلك يجب الاهتمام باعمال الصيـانه فى الابنيه التعليميه لما يحدث فيهـا من فقدا بسيطا هـائلا قـوميـا مما يدفعنا الى الاهتمام بالمناداه مـن اجل عمل النظم الاداريه والفنيـه المواكبـه للقضاء على كل انواع الفقـد فى الطاقه السـابق شرحها من اجل المواطن العـربى لما سيعود علينا وفرا فى خامات الطاقه الاصليه دافعا الاقتصاد القومى خطوه الى الامام .

المراجع العربية

ا.د سعد عـوض (١٩٨٩) : مقدمه من اسـاليب توليد الطاقـة الكهربية عـالميا و فى مصر. مجلة الكهرباء ـ العدد الرابع ـ مصر ـ (٣٥-٤١).

د.م على الصعيدى (١٩٩٠) : الكهـرباء عصب الحياه ـ مجلـة الكهرباء و الطاقـة ـ العدد الخامس ـ مصر ـ (٢-٣).

م. حافظ شرف الدين (١٩٨٩) : حـديث عن الطاقة الجديدة و المتجـددة ـ مجلة الكهرباء و الطاقة ـ العدد الرابع ـ مصر ـ (٢٤ - ٢٩).

م. كمال الدين جـاد (١٩٩٠) : عطاء الشمس للارض من نعـم الخالق التى لا تحصى ـ مجلة الكهرباء و الطاقة ـ العدد الرابع ـ مصر ـ (٦٠-٦٢).

م.ماهر اباظه (١٩٩٠) : مشروعـات الربط الكهربى بين مصر و الدول العربيـة المجاورة وزائير ـ مجلة الكهرباء و الطاقة ـ العدد الخامس ـ مصر ـ (٥٠-٥١).

م.مـاهر اباظه (١٩٨٢) : العجز فى الطاقـة الكهـربية ـ مجلة المهندسـين ـ العـدد ٣٢٨ ـ مصر ـ (٢٦-٣٢).

م. يوسف الهاجـرى (١٩٩٣) : النظام الكهـربى و المائى ـ مجلة المهندسـون ـ جمعيـة المهندسـين الكويتية ـ العدد ٣٩ ـ يناير ـ مارس ـ (٨-١٦).

م.عبد المنعم حنفى (١٩٩٢) :الطاقة الجديدة و المتجـددة ـ حاضرها و مستقبلها ـ مجلة المهندسـين ـ مصر ـ العدد ٤٣١ ـ يناير ١٩٩٢ (٥٠-٥٢).

د. عبـد اللطيف ابو السعـود (١٩٨٢) : الايدروجين وقـود المستقبل ـ مجلة المهندسـين ـ مصر ـالسنة ٣٨ ـ العدد ٣٢٩ (٣٤-٣٧).

د. ابراهيم سـالم منصور (١٩٨٦) : التلوث ـ مجلة المهندسـين ـ القـاهرة ـ العدد ٣٧٣ ـ الرابع ـ ابريل ١٩٨٦ (٦٦-٧٤).

د.م حسن محمود بدير (١٩٨٢) : مشكلة الانتاج فى مصر ـ مجلة المهندسـين ـ العدد ٣٢٨ (٥٠-٦٤).

م. عبـد الرحمن السرحـان (١٩٩٥) : جهـاز الاناره الاوتومـاتيكى ـ مجلة المهندسـون ـ الكويت ـ العدد ٤٨ (٥٤ـ٥٧).

تقرير نشاط هيئة كهرباء مصر ـ القاهرة ـ ١٩٩٦.

ا.د محمد زكى محمد خضر (١٩٩٥) : الانظمـه الخبيرة فى التطبيقات الصناعية ـ المؤتمر الدولى للاتصالات بالدول الاسلامية ـ عمان / الاردن ـ مايو ١٩٩٥ (١-٧).

د. عبـد الكريم السالم(١٩٩٥) ٠ تحسين اداء الاتصـالات عبر التوابع الصناعيـة . المؤتمر الدولى للاتصالات بالدول الاسلامية ـ عمان / الاردن ـ مايو ١٩٩٥ (١ـ٧).

التقـرير الاحصـائى السنوى لعام ١٩٨٨ / ١٩٨٩ ـ هيئـة القطاع العام لتـوزيع القـوى الكهربائية ـ القاهرة فى ١٩٩٠ ·
التقريـرالسنوى للاحصاءات الكهـربية لعام١٩٩٢ / ١٩٩٣ـ هيئة كهـرباء مصر ـ وزارة الكهرباء والطاقة ـ القاهرة فى ١٩٩٣ ·
د.م . بسيونى البرادعى (١٩٩٥) : التسلسل الزمنى لتطوير تكنولوجيا الكهرباء فى العالم ـ مجلة الكهرباء والطاقة ـ العدد ١١ ـ (٣٨ ـ ٣٩) ·
أرشادات لتـوفير الطاقة فى المنشأت الصغيرة ـ سلسلة تقنيات ترشيد استخـدام الطاقة ـ القاهرة ـ العدد الثانى مارس (١٩٩١) ·
أ.د . محمد حامد : التركيبات الكهربية ـ الهيئة العامة للأبنية التعليمية ـ القاهرة ـ ١٩٩٨ ـ ٢٤٠ صفحة.

FOREING REFERENCES المراجع الاجنبية

H.bdallah : Energy Efficiency & The Egyption Economy , Internastional Conf . On Techfor Energy Efficiency & Environmental Protection , March 26-30, Cairo , EE-1, (1995) 1-18 .

D. Blumberge I, Veidenbergs : Energy Efficiency Improvment Through Capital Investment Projects In Latvie , Internastional Conference On Technogies For Energy Efficiency & Environmental Protection , March 26 Cairo , EE-7 , (1995) 24-32.

David Crystal : The Cambridag Factfinder , Cambridg Uiverity Press ,1994 .

H. A. El Ghazaly : Power Factor : Its Impact On Harmonics In New Industrial Zones Of Egypt , International conference On Teah . For Energy Effieieny & Environmental Protection Marh26-30, Cairo , EE-4 (1995) 1-11.

M. Hamed : The effect of electrical on both Energy Efficiency & Environmental Protection International Conference On Technlegies For Energy Efficiency & Environmental Protection , March 26-30 Cairo , EE-4 , (1995) 12-20.

M. Hamed : The Electrical Performence Of Controlled Lines . 27th Midwest Sym, On Circuits & Systems , USA June 11-12, (1984) 399-402 .

M. Hamed : Incressed Power Limit For Double Circuit Transmission Lines Over Short Distances , First Sympos, On Electric Power Systems In Fast Developing Countries, March, Suadi Arabia, Riyadh, (1987) 357-360 .

M. Hamed, Papadopolos : Efficient Transsimion Over Short Distances Using Controlled Double Lines, Elec. Power Sys. Res. J .Vol, 11 , (1986) 161-165

A. Hefnawy, M.Elganainy, M.Hamed : Effect Of Voltage Variation & Performance Of Fluorecent Lamps Engineers J, Vol .xx , 2 , Cairo, (1981) 34-41.

S . Neelamani , P, M. Koola , M.Ravindran,VS, Raju _(1995) : Wave Power Economics Z Cass Study For Two Different Sites In India . Second European Wave Power Conference , 8-10 Nov . Lisbon, Portugal , 1995.

Power Factor Correction -Revised & Published By : Energy Conservation And Efficiency Project (ECEP) - RCG / Hagler, Baily , Inc , Washington , D . C . U S A , September 1992 .

G . Richard : Energy Demand Management In Morocco , International Conference On Technologies For Energy Efficiency And Environmental Protection , March Cairo , Ee-7, (1995) 13 - 23 .

R .C. Ropp (1993) : The Chemistry Of Artificial Lighting Devices , Lamps Phosphors And Cathod Ray Tubes , 682 Pages .

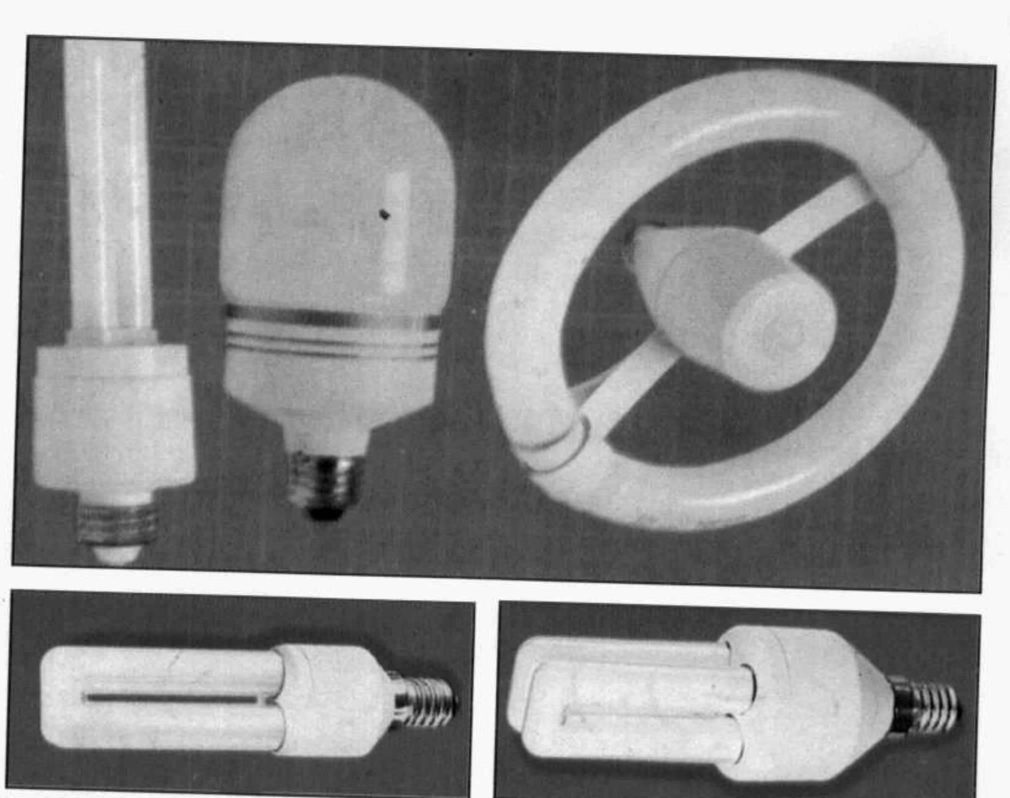
J . P . Saxena . A . Saxena . A . Pahuja & S . Yadav : Energy Efficiency Through Technological Improvements - Case Study , International Conference On Technologies For Energy Efficiency And Environmental Protection , March 26 Cairo , EE-3, (1995) 1-9 .

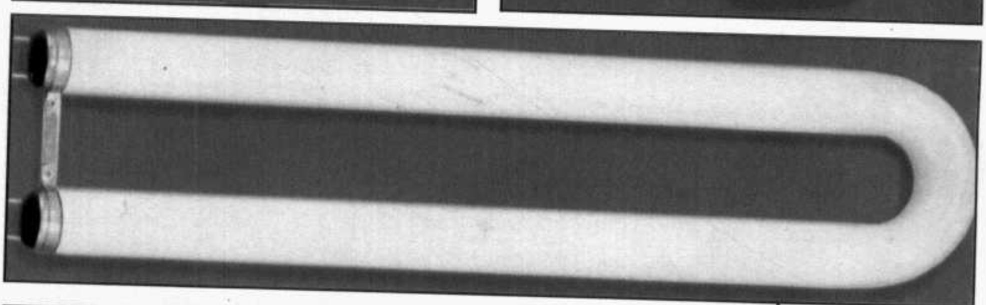
M.L.Soni. P . V . Gupta And U.S. Bhatnager : A Course In Electrical Power , 1979, Dhanpat Rai And Sons, Delhi , India .

A . H . Taher (1994) Energy : A Global Outlook , 2nd Ed , Saudi Arabia Book , 430 P .

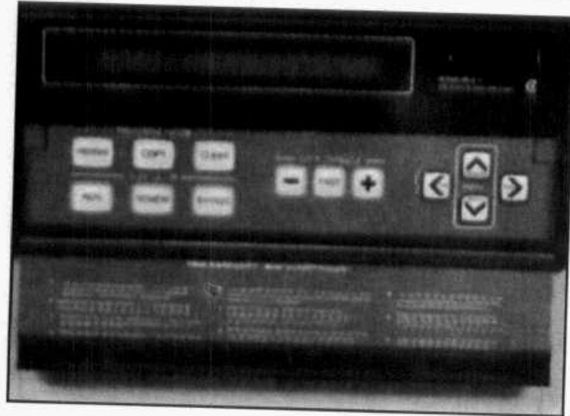
J . C . Vial , L. T. Canham And W. Lang (1993) : Light Emission From Silicon , Volume 43 - 368 Pages .

S .V . Ousova : Electrical Part Of Power Stations , Energia , Leningrade , 1977 , 556 Pages .





شكل رقم ١٠-٢
بعض الاشكال الهامه للمصابيح
الفلورسنتيــه عــاليــه الكفـاءه



شكل رقم ١٠-١٣
نمــوذج لنظم اداره
التحكم فى الطاقــه

